This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

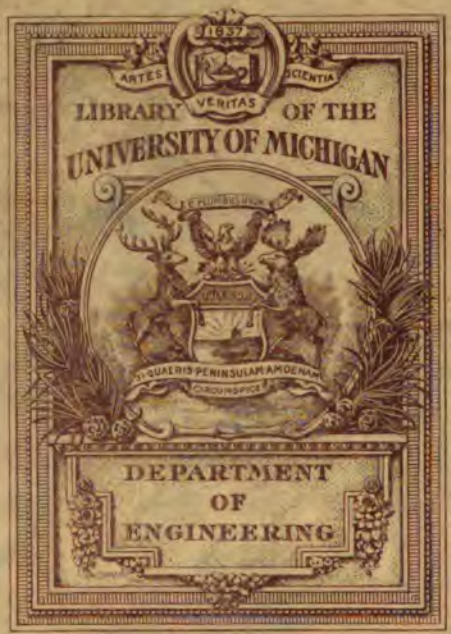
+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

B 426864 DUPL


1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
DEPARTMENT
OF
ENGINEERING

TA
2
.S68

SOCIÉTÉ

DES

INGÉNIEURS CIVILS

ANNÉE 1881

La Société n'est pas solidaire des opinions émises par ses Membres dans les discussions, ni responsable des Notes ou Mémoires publiés dans le *Bulletin*.

MÉMOIRES

ET

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

SOCIÉTÉ

DES

INGÉNIEURS CIVILS

FONDÉE LE 4 MARS 1848

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR DÉCRET IMPÉRIAL DU 22 DÉCEMBRE 1860

ANNÉE 1881

PREMIER VOLUME

PARIS

SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ

10, CITÉ ROUGEMONT, 10

1881

LISTE GÉNÉRALE DES SOCIÉTAIRES

1881

Membres du Bureau.

Président :

MM. MATHIEU (Henri), O. ✱, rue de Las Cases, 26.

Vice-Présidents :

MM. MARCHÉ (Ernest), ✱ C. ✠, rue Blanche, 53
MARTIN (Louis), ✱, boulevard Beaumarchais, 54.
BRÛLL (Achille), rue Saint-Lazare, 6.
ERMEL (Frédéric), ✱ ✠ ✱, rue de Rome, 133 *bis*.

Secrétaires :

MM. LECOCQ (Édouard), rue de Rome, 127.
DELAPORTE (Georges), cité Rougemont, 4 *bis*.
VALLOT (Henri), place des Perchamps, 2.
DOUAU (Maximilien), ✱, boulevard Voltaire, 58.

Trésorier :

M. LOUSTAU (G.), ✱ ✱ ✠ ✱ ✱, rue des Béguines, 4, à Crépy en Valois (Oise).

Membres du Comité.

MM. DE COMBEROUSSE (Charles), ✱, rue Blanche, 45.
MALLET (Anatole), rue de La Rochefoucauld, 30.
COURRAS (Philippe), ✱, boulevard des Batignolles, 58.
CLÉMANDOT (Louis), ✱, rue Brochant, 18.
TRÉLAT (Émile), O. ✱, rue Denfert-Rochereau, 17.
REY (Louis), ✱, rue d'Auteuil, 52.
DEMIMUID (René), ✱, boulevard Saint-Michel, 9.
FLACHAT (Ivan), rue de Grenelle-Saint-Germain, 102.
DEGOUSÉE, ✱, rue de Chabrol, 35.

163363

MM. FORQUENOT (Victor), O. ✱, boulevard Saint-Michel, 24.
ARMENGAUD jeune (Jules), boulevard de Strasbourg, 23.
CARIMANTRAND (Jules), ✱, rue d'Édimbourg, 20.
MAYER (Ernest), O. ✱, rue Moncey, 9.
DESGRANGE, ✱ C. ✠ ✱ ✱, boulevard Haussmann, 135.
PÉRISSÉ (Sylvain), rue de Rome, 77.
HERSENT (H.), ✱, rue de Naples, 4.
COTARD (Charles), ✱ ✱ ✱ C. ✱, rue de l'Échelle, 9.
SEYRIG (Théophile), avenue de Wagram, 147.
CHOBRZYNSKI (Jean-Pierre-Ch.), ✱ ✱, boulevard Magenta, 147.
PÉLIGOT (Henri), rue Saint-Lazare, 43.

Anciens Présidents.

MM. FARCOT (Joseph), O. ✱, à Saint-Ouen (Seine).
GOTTSCHALK, ✱ ✱ ✱ ✠ O. ✱, rue du Helder, 9.
JORDAN (Samson), O. ✱, boulevard Malesherbes, 122.
LAVALLEY, O. ✱ ✠, manoir de Bois-Thillard, par Pont-l'Évêque (Calvados).
LOVE (Georges), ✱, avenue de Villiers, 69.
MOLINOS (Léon), ✱, rue Flachat, 9.
MONY (Stéphane), O. ✱, à Commentry (Allier).
MULLER (Émile), O. ✱, rue des Martyrs, 19.
RICHARD (Jean-Louis), ✱, rue Washington, 31.
SALVETAT (Alphonse), ✱ ✱ ✱, Grande-Rue, 40, à Sèvres.
YVON-VILLARCEAU, O. ✱ ✱ ✠, boulevard Saint-Michel, 84.

Présidents honoraires.

MM. TRESCA (Henri), O. ✱ ✠ ✱ ✱, Membre de l'Institut, rue de Valenciennes, 6.
VUILLEMIN (Louis), ✱ O. ✱ ✠ ✱, rue de Vigny, 1.

Membres honoraires.

MM. DUMAS, G. C. ✱, membre de l'Institut, rue Saint-Dominique, 3.
ENGERTH (Guillaume) (le baron), C. ✱ ✱ ✠ ✱, conseiller aulique, sénateur, Directeur général adjoint de la Société autrichienne impériale et royale des chemins de fer de l'État, 1, Lothringen-Strasse, à Vienne (Autriche).
HAWKSHAW (sir John) (le chevalier), 33, Great-George-Street-Westminster, Londres (Angleterre).

MM. Reymond Rossiter, W. C. E. Esq., President of the American Institute of Mining Engineers, 27, Park place (New-York).
Robinson (John), Esq., Atlas Works Manchester (Angleterre).
Sella Quintius (le commandeur), ingénieur en chef au corps des mines, député au Parlement, à Rome (Italie).
Schmidt (F.), conseiller supérieur et professeur de constructions Président de la Société des Ingénieurs et Architectes de Vienne (Autriche).

Membres sociétaires

A

MM. Abadie (Paul-Marie-Joseph-Alain), secrétaire général de la Compagnie des travaux publics, rue de Provence, 56.
Abernethy (James), 4, Delahay street, à Westminster S. W. (Londres).
Aboilard (François-Auguste-Théodore), à Corbeil (Seine-et-Oise).
Achard (François-Ferdinand), rue de Provence, 60.
Adcock (François-Louis), Post-Office Cape Town, au Cap (Colonies anglaises).
Adelsward (le baron), 83, boulevard Malesherbes.
Adhémar (Léon-Philippe), ingénieur à la Société de Commentry et Fourchambault, rue Lavoisier, 22.
Adrien Bey (Paul-Émile), ingénieur au Ministère des Travaux publics, au Caire (Égypte).
Agnès (Antony), O. ✻ ✠, ingénieur du département, à Arras (Pas-de-Calais).
Agudio (Thomas), ✠, rue de l'Arsenal, 17, à Turin (Italie).
Aivas (Michel), O. ✠ ✻, rue des Trois-Frères, 21, à Villemomble (Seine).
Albaret (Auguste), O. ✠, constructeur de machines agricoles, à Liancourt (Oise).
Albaret (Eugène), rue Legendre, 43 (Batignolles).
Albaret (Henri-Eugène), bureau de la construction au chemin de fer P.-L.-M., à Besançon (Doubs).
Albert (d') (Charles), avenue de Saint-Denis, 39, à Pierrefitte.
Allaire (Octave), chimiste, rue Gide, 64, à Levallois-Perret (Seine).
Allart (Achille), rue de la Pompe, 3.
Alquié (Auguste-François), ✠, rue de Maubeuge, 84.
Alvim (Arthur), sous-ingénieur délégué du Gouvernement du Brésil, rua da Quitanda, 75, à Rio de Janeiro (Brésil).

MM. Alziari de Malaussène (François), rue Garnieri, 10, à Nice (Alpes-Maritimes).

Ameline (Auguste-Eugène), rue Truffaut, 52, à Batignolles.

Anceau (Georges-Louis), rue Saussure, 73.

Andelle (Jules-Georges), sous-directeur des verreries, à Épinac (Saône-et-Loire).

André (Gaspard-Louis), boulevard Port-Royal, 91.

André (Charles-Henri), rue du Manège, 10, à Nancy (Meurthe).

André (Charles-Émile), arbitre près le Tribunal de commerce, 156, boulevard Magenta.

Andry, ✱, à Boussu, près Mons (Belgique).

Anger (Charles-Henri), rue des Poissonniers, 78.

Angilbert (Julien), rue des Apennins, 41, Batignolles.

Anquetin (Émile), 12, rue Mansart.

Ansaloni-Amilcar (Jean-Antoine), ingénieur des travaux de l'État, rue Saint-Désiré, 29, à Lons le Saulnier (Jura).

Ansart (Ernest), directeur des raffineries de pétrole de l'Espagne, boulevard Richard-Lenoir, 3.

Anthonay (d') (Léon), rue Lhomond, 9.

Anthoni (Charles-Gustave), ✱, constructeur de matériel pour la carrosserie, rue Fouquet, 38, à Levallois-Perret.

Appert (Léon), ✱, produits vitrifiés, rue Boursault, 1.

Aquin (d') (Thomas), directeur des forges de Moyeuvre (Alsace-Lorraine).

Arana (de) (Manuel), 326, Geay Street, à San-Francisco (Californie).

Arbel (Lucien), ✱, maître de forges, à Rive de Gier (Loire), et 125, boulevard Saint-Germain.

Arcangues (d') (Paul-Eugène), ✱, rue de Dunkerque, 18.

Armand Delille, filateur, à Condé-sur-Noireau (Calvados).

Armengaud aîné (Jacques-Eugène), ✱, rue Saint-Sébastien, 45.

Armengaud aîné fils, (Charles-Eugène), rue Saint-Sébastien, 45.

Armengaud (Charles), ✱, rue de Clichy, 52.

Armengaud jeune (Jules), boulevard de Strasbourg, 23.

Arnodin (Ferdinand-Joseph), inspecteur de la Société générale des ponts à péages, à Châteauneuf-sur-Loire (Loiret).

Arnoldi (Jules), avenue de Clichy, 176.

Arnoult (Pierre-Marie-Gustave), au chemin de fer d'Anvin à Calais, à Saint-Omer (Pas-de-Calais).

Aron (Edmond), rue du Faubourg-Poissonnière, 55.

Arsac (Marie-Joseph), aux Aciéries et Forges de Firminy (Loire).

Arson (Alexandre), ✱, Faubourg Poissonnière, 173.

Artus (Jules), boulevard Beaumarchais, 20.

Artus (Charles-Alfred), boulevard Beaumarchais, 20.

Asselin (Eugène), chimiste, rue des Poissonniers, 17, à Saint-Denis.

Atkins (Francis-Henri), 62, Fleet street Londres (Angleterre).

MM. Aubry (Charles-Désiré), 84, rue de Miromesnil.
Audebert (Jean-Henri), au Creuzot (Saône-et-Loire).
Audemar (Henri), à Dôle (Jura).
Audenet (Camille), rue de Londres, 11.
Auderut (Francisque-Henri) ✱, ingénieur, représentant des forges et aciéries de Saint-Chamond (Loire), 2, via del Gesu e Maria, à Rome (Italie).
Avril (Louis), à Châteauneuf (Ille-et-Vilaine).
Avisse (Edmond-Désiré), ingénieur de la compagnie de Fives-Lille, rue François Ier, 60.
Aygalenq (Louis), rue Daval, 3.
Aylmer (John), rue de Naples, 4.

B

MM. Bachelu (Louis), à Lyon (Rhône).
Badois (Edmond), rue Blanche, 12.
Baillet (Gustave), entrepreneur de serrurerie, rue de Villiers, 22, aux Ternes.
Bailly (Philimond-Lambert), rue de la Victoire, 60.
Bancilhon (Émile), ingénieur aux mines de soufre de Riesi, Sicile (Italie).
Banderali, O. ✠, rue La Bruyère, 7.
Bandholtz (Frédéric), chef de section au chemin de fer du Midi, allées La Fayette, 22, à Toulouse (Haute-Garonne).
Bara, 71, Grande-Rue, à Bar-sur-Seine (Aube).
Barba (Joseph), ingénieur des usines, au Creuzot (Saône-et-Loire).
Barbaroux (Marie-Ferdinand-Auguste), rue Montrosier, 5, à Neuilly.
Barbe (Paul), maître de forges, rue Condorcet, 12.
Barbier (Ernest), rue Neuve-Fontaine-Saint-Georges, 9.
Barbier (Henry), directeur des laminoirs de Biache-Saint-Vaast, par Vitry en Artois (Pas-de-Calais).
Barbier (Louis-Théophile), ingénieur, rue Ordener, 77.
Baril (Ernest-Jules-Edouard), faubourg Saint-Martin, 160.
Baritault (de) (Achille-Pierre), via del Borgo, 175, à Palerme (Italie).
Barlow (William), 2, old Palace Yard Westminster S. W. (Londres).
Barnoya (Luis), ingénieur de la traction de Ferro-Carriles de Zaragoza à Pamplona, estacion de los caminos de hierro del Norte, à Saragosse (Espagne).
Barrault (Émile), ingénieur-conseil en matière de brevets d'invention, boulevard Saint-Martin, 17.

MM. Barré (Frédéric-Henri), chef de section, service de la voie du chemin de fer du Nord, pavillon de Boulogne, gare d'Amiens (Somme).

Barre (Charles), quai d'Orléans, 14.

Barre (Raoul-Eugène), à la Monnaie, quai de Conti, 11.

Barret (Louis-Julien), ingénieur de la compagnie des Docks et Entrepôts, à Marseille (Bouches-du-Rhône).

Barros Barreto (de) (Manuel), ingénieur en chef du contrôle du chemin de fer de Récife à San Francisco, à Pernambuco (Brésil).

Barrouin (Charles), directeur des usines de Saint-Étienne, à Saint-Étienne (Loire).

Barroux (Léon), ✱, rue des Feuillantines, 11.

Barthélémy (Charles-Eugène), ✱ G. O. ✱, C. ✲ ✱, calle del Fomento, 1, triplicado, à Madrid (Espagne).

Bartissol (Edmond), C. ✠, directeur du chemin de fer de la Beira Alta, Plaça do Loreto, 1, à Lisbonne (Portugal).

Basiliades (Constantin), constructeur, au Pirée (Grèce).

Basset (André-Louis), à Ivry-sur-Seine (Seine).

Battaille Straatman (Jean), ✱ ✱ ✠, quai Moika, 93, à Saint-Pétersbourg (Russie).

Battaille (Charles-Ernest), rue de Vienne, 21.

Battarel (Pierre-Ernest), rue de Cambrai, 3, à la Villette.

Baudet (Louis-Constant-Émile), rue du Rocher, 64.

Baudon (Marie-Joseph-Étienne-Égide), hôtel du Commerce, au Creuzot (Saône-et-Loire).

Baudson (Désiré-Auguste-Émile), chef de section au chemin de fer du Nord, à Eu (Seine-Inférieure).

Baumal (Henri), ✱, place des Batignolles, 4.

Bauquel (François-Auguste), à Cirey (Meurthe).

Bayvet (Gustave), boulevard Haussmann, 82.

Bazaine (Achille-Georges), ingénieur auxiliaire des travaux de l'État, boulevard de Clichy, 57.

Bazin (Auguste), directeur des établissements hydrauliques de Bellegarde (Ain).

Beau (Paul-Prudent), à Reichshoffen (Alsace).

Beau (Henri-Antoine), rue Saint-Denis, 226.

Beaucerf, ✱, à Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais).

Beaudet (Gilbert-Charles-Edmond), ingénieur principal des ateliers de construction de la compagnie de Fives-Lille, à Fives-Lille (Nord).

Beaulieu (Edouard), ✱, chef de division de l'administration provinciale de Liège, quai Marcelles, à Liége (Belgique).

Beaumetz-Dujardin (François), rue de Londres, 13.

Beaupré (Eugène), directeur des filatures de Frévent (Pas-de-Calais).

MM. Beckwith (Léonard), 21, Courtland-Street, New-York (États-Unis).
Béliard (Georges-Alfred), directeur de l'atelier de M. Decauville, à Petit-Bourg, par Évry (Seine-et-Oise).
Belin (Pierre-Ernest), rue Lemercier, 23, à Batignolles.
Belin (Auguste-Zacharie-Constant), engenheiro da estrada de Ferro Porto-Alegre, à Urugayana, cidade de Cachoeira, province de Rio grande del Sul (Brésil).
Belinne (Charles-Gustave-Désiré), ingénieur, à Charleroi (Belgique).
Bell (Paul-René-Natalis), 11, rue de Claye, à Meaux (Seine-et-Marne).
Bellet (Henri-Nicolas), au chemin de fer du Nord belge, à Marchienne-Saint-Martin (Belgique).
Bellet (Jean-Baptiste-Adolphe), rue de l'Église, 6, à Enghein (Seine-et-Oise).
Belleville (Julien-François), ✻, constructeur, avenue Trudaine, 16.
Belpaire (Alfred), ✠, ingénieur en chef à Bruxelles (Belgique).
Bénédic-Fribourg (Henri-Georges), rue Miroménil, 8.
Benoiste (Paul), boulevard d'Enfer, 205.
Benoit (René), adjoint au bureau international des Poids et Mesures, pavillon de Breteuil, à Sèvres (Seine-et-Oise).
Benoit-Duportail (Armand-Camille), ✻, rue La Condamine, 100.
Bérard (Édouard-Jules), 19, faubourg Tarragnoz, à Besançon (Doubs).
Berendorf (Joseph), constructeur, avenue d'Italie, 75.
Berenger (Jean-Alexandre), ingénieur civil, V Franzensgasse, 18, à Vienne (Autriche).
Berger (Jean-Georges), chez M. André, à Thann (Alsace).
Bergeron, rue de Penthièvre, 26.
Bergeron (Jules), rue Saint-Lazare, 75.
Bergès (Camille-Léon), rue Lafayette, 88.
Bernard (Auguste), ✠, ingénieur de la voie au chemin de fer du Nord, à Namur (Belgique).
Bernstein (Charles), ✻, ingénieur civil, rue Saint-Séverin, 40.
Bertheault (William), directeur des forges de Montataire (Oise).
Berthier (Camille), fabricant de tuiles et briques, à La Ferté-Saint-Aubin (Loiret).
Berthon (Louis-Alfred), 51, chaussée d'Antin.
Berthot (Pierre), rue de Jouffroy, 37.
Berton (Albert-Adrien), rue Laugier, 73.
Berton (Théodore), rue Saint-Martin, 30, à Versailles (Seine-et-Oise).
Bertrand (Alfred-Pierre-Joseph), filateur, à Cambrai (Nord).
Bertrand (Gustave), rue Bonaparte, 82.
Béthouart (Alfred-Auguste), ✻, à Chartres (Eure-et-Loir).

MM. Beudin (Gustave), boulevard Haussmann, 155.
Bévan de Massy (Henri), C. ✠ C. ✠, avenue Hoche, 2.
Bezy (Léon-Auguste), rue de l'Entrepôt, 26.
Bianchi, O. ✠ ✠, rue de Rennes, 154.
Biarez (Alfred-Louis-Paul), ingénieur en chef de la voie au chemin de fer de Saragosse à Pampelune, à Barcelone (Espagne).
Bidou (Léon-Auguste-Clément), ✠, à Sienne (Italie).
Bieber (Albert-Otto), rue de Londres, 13.
Bignami (Orlando), R. Principe Tommasse, 18, à Turin (Italie).
Biju-Duval (Paul), régisseur de l'usine à gaz de St-Denis (Seine).
Billiet (Constant-Émile), ingénieur-directeur de l'aciérie, 2, rue des Usines, Paris-Grenelle.
Billaudot (Louis), directeur de la cartoucherie, à Bellevue (Seine-et-Oise).
Binot de Villiers (Georges-Charles), 57, rue Pigalle.
Binder (Charles-Jules), boulevard Haussmann, 170.
Bippert, rue des Petites-Écuries, 42.
Birlé (Albert), rue de France, 15, à Nice (Alpes-Maritimes).
Biver (Hector), ✠, rue de Sèvres, 91.
Biver (Pierre-Ernest-Dominique), rue de la Darse, 10, à Marseille (Bouches-du-Rhône).
Biver (Mathias-Alfred), directeur de la manufacture des glaces, à Saint-Gobain (Aisne).
Bixby (William-Herbert), rue de Verneuil, 21.
Bixio (Maurice), O. ✠, quai Voltaire, 17.
Blake (David), ✠, à Dieppe (Seine-Inférieure).
Blanche (Auguste), ✠, quai National, 3, à Puteaux.
Blanchard (Louis-Auguste-Albert) directeur du matériel de la Société Industrielle et Agricole du Delta du Nil, à Alexandrie (Égypte), 94, rue Saint-Lazare, Paris.
Blanchet (Augustin-Hector), à la papeterie de Rives (Isère).
Blanco (Juan-Maria), plaza de San-Francisco, 3, à San-Lucar de Banameda (Espagne).
Blandin (Frédéric-Auguste), fabricant de faïences, à Nevers (Nièvre).
Blanleuil (Jean-Victor), entrepreneur de travaux publics, à Angoulême (Charente).
Blard (Alexandre-Louis), rue de Rivoli, 226.
Blétry (Alphonse-Edmond), office des Brevets d'invention, boulevard de Strasbourg, 2.
Blétry (Constant-Pierre-Alexandre), boulevard de Strasbourg, 2.
Bleynie (Martial), avenue Lacuée, 28.
Blonay (de) (Henri), ingénieur consultant, à Lausanne (Suisse).
Blondel (Henri-Auguste-Adrien), rue de Provence, 48.
Blondel (Henry-Jean), ✠, architecte, quai de la Mégisserie, 14.

MM. Blot (Léon), boulevard des Batignolles, 29.
Blot (René-Georges), ingénieur, à Orsova (Hongrie).
Blythe (John), entreprise de préparation des bois, cours du Jardin-Public, 24; à Bordeaux (Gironde).
Bobin (Hippolyte), rue de la Victoire, 72.
Bocandé (de) (Eugène-Charles-Albert), rue de Sèze, 10.
Bocquet (Jules-Armand), boulevard de la Villette. 60.
Bocquin (Jules-Émile), ingénieur chez M. le comte Ladislas Michel Branicki, à Stawiscze par Bialo Cerkiew, gouvernement de Kiew (Russie), et à Paris, rue d'Arcole, 23.
Bodin (Paul-Joseph), avenue de Clichy, 176.
Boire (Émile), 24, rue de Madrid.
Boischevalier (de) (Paul-Eugène), rue Montalivet, 10.
Boistel (Louis-Charles-Georges), représentant de la maison Siemens, rue Picot, 8.
Boivin (Émile), raffineur, rue de Lisbonne, 64.
Bolle (Jean-Gustave), fabricant de bougies et savons, à Dôle (Jura).
Bomches (Frédéric), via Belvedère, 180, à Trieste (Autriche).
Bon (Antoine-Célestin), rue Nollet, 56.
Bonnard (Paul-Albert), boulevard Denain, 7.
Bonnard (de) (Gaëtan-Arthur), boulevard Magenta, 109.
Bonnardel (Barthélemy-Antoine), aux forges de Montataire (Oise).
Bonnassies (Paul Bernard), ✠, représentant de la Compagnie des hauts fourneaux, forges et aciéries de la maison Pétin et Gaudet, rue des Pyramides, 20.
Bonnaterre (Joseph), rue Bourdaloue, 9.
Bonnefond (Charles), rue Nationale, 57, à Ivry-sur-Seine.
Bonnet (Désiré), constructeur de machines, à Toulouse (Haute-Garonne).
Bonnet (Édouard), O. ✠ ✱, parc de la Pièce d'Eau, 3, à Chatou (Seine-et-Oise).
Bonnet (Joseph-Jean), à la Compagnie de Fives-Lille, 4, rue des Manneliers, à Lille (Nord).
Bonneville (Paul-Armand-Joseph), rue de Dunkerque, 23.
Bonpain (Jules-Louis-Édouard), quai de Paris, 9, Rouen (Seine-Inférieure).
Bontemps (Georges), rue de Lille, 11.
Bornèque (Pierre-Constant-Eugène), ✠, ingénieur, chez MM. Japy frères, à Beaucourt (Haut-Rhin).
Bossi (de) (Édouard), quai Pierre Fatio, 8, à Genève (Suisse).
Borodine (Alexandre), ingénieur en chef du matériel et de la traction des chemins de fer du Sud-Ouest Russes, à Kieff (Russie).
Boudée (F.-Charles-Paul), ✠, directeur de l'entreprise indus-

trielle italienne de constructions métalliques, 27, S. Teresella degli Spagnuoli, à Naples (Italie).

MM. Boucard (Alexandre-André), rue d'Antin, 14.

Boucheron (Henri-Marc-Louis-Gustave), quai d'Orsay, 99.

Bouchotte (Émile-Simon), ostréiculteur, rue du Hâ, 7, à Saintes (Charente-Inférieure).

Boudard (Casimir), inspecteur des fonderies et laminoirs de zinc de Dangu, ingénieur de la Compagnie française d'éclairage et de chauffage par le gaz, ingénieur-conseil de la Société du gaz de Port-Saïd, rue Lafayette, 110.

Boudard (Félix-Arthur), rue Perronet, 7.

Boudier (Édouard-Augustin), constructeur de machines, rue Hameau des Brouettes, 10, Rouen (Seine-Inférieure).

Bougault (Alfred), ingénieur à la Cie Fives-Lille, rue Nationale, 28, à Lille (Nord).

Bougère (Laurent), à Angers (Maine-et-Loire).

Bouhey (Étienne), constructeur, avenue Daumesnil, 43.

Bouilhet (Henri-Charles), O. ✱, rue de Bondy, 56.

Bouillette (Jules), cité Thuré, 3, Grenelle-Paris.

Bouissou (Amable-Louis), rue Montrosier, 7, à Neuilly.

Boulet (Jean-Baptiste), faubourg Poissonnière, 144.

Boulogne (Jules-Ernest), quai de la Seine, à Saint-Denis.

Bouniol (Léon-Désiré), ingénieur de la Compagnie des Eaux pour l'étranger, avenue des Ternes, 36.

Bourcart (Henri), filateur, à Guebwiller (Haute-Alsace).

Bourdais (Jules), O. ✱, architecte, rue Laffitte, 54.

Bourdelas (Jules-Louis), chef de bureau aux Chemins de fer de l'État, services techniques de la direction, rue Rennequin, 60, aux Ternes.

Bourdil (François-Bernard), 11 *bis*, boulevard Haussmann.

Bourdin (Gabriel-Jules-Amédée), métallurgiste, boulevard Bineau, 21 (Banlieue.)

Bourdin (Raphaël-Charles), ingénieur, rue de la Brasserie, 10, à Nantes (Loire-Inférieure).

Bourdiol (Hilaire-Pierre), ✱ ✱, rue de Vienne, 6.

Bourdon (Eugène), ✱, constructeur-mécanicien, rue du Faubourg-du-Temple, 74.

Bourdon (Édouard-François), constructeur-mécanicien, Faubourg-du-Temple, 74.

Bourdon (Alexandre-Charles), constructeur, boulevard Voltaire, 87.

Bourgougnon (Étienne), rue de la Victoire, 43.

Bourgougnon (René), rue Jacquemont, 1, aux Batignolles.

Bourry (Émile-Charles), 80, rue Taitbout.

Bourset (Louis-Désiré), architecte, à Cirey le Château (H.-Marne).

Bouscaren (Gustave-Louis), Albany Building, 134, Vine Street, Cincinnati Ohio (États-Unis).

MM. Boutmy (Gabriel-François), ✱, boulevard Mazas, 20.
Boutmy (Ch.), 26, boulevard Voltaire.
Bouveret (Louis), directeur des ateliers de Piétrassa, à Teduccio, près Naples (Italie).
Bouvard (Paul-Marie), ✱, au Creuzot (Saône-et-Loire).
Bouvet (Auguste-Hippolyte), rue Saint-Gilles, 17.
Bouvier (Gustave-Adolphe), ingénieur à la Compagnie du gaz, rue Philippe de Girard, 30.
Brabant (Georges-Édouard), à Morenchies, par Cambrai (Nord).
Brabant (Félix), à Jambes, près Namur (Belgique).
Bracquemont (de) (Adrien), ✱, boulevard Malesherbes, 19.
Bramwell (Frédéric-Joseph), 37, Great George street, Westminster, Londres (Angleterre).
Branville (de) (Paul), rue Jacques-Cœur, 29.
Brauer (François-Charles), à Graffenstaden (Alsace).
Bravet (Louis-Ambroise), sous-chef de section à la Société belge de chemin de fer, à Crémieu (Isère).
Brault (Alexandre), ✱, rue de Bonneval, à Chartres (Eure-et-Loire).
Brault (François), constructeur, à Chartres (Eure-et-Loire).
Bréguet, O. ✱, horloger, quai de l'Horloge, 39.
Bréguet fils (Antoine), ✱, rue Perrault, 4.
Brémond (Joseph-Alexandre-Lucien), directeur de la Compagnie Madrilène du gaz, 2, Rondo de Toledo, à Madrid (Espagne).
Bresson (Georges-Alexandre), directeur-adjoint des mines et domaines de la Société des chemins de l'État, Schwarzenberg platz, 17, Vienne (Autriche).
Breton (Étienne), chef de section à la Compagnie des chemins de fer de l'Est, à Bar-sur-Aube (Aube).
Bricogne (Charles), ✱, rue du Faubourg-Poissonnière, 33.
Bridel (Gustave), directeur de la correction des eaux, à Bienne (Suisse).
Brion (Marcel), chef de service aux hauts fournaux et acieries, à Denain (Nord).
Brisse (Alexandre-Fulbert-Xavier), ingénieur en chef du Fucino, Via Nazionale, 13, à Rome (Italie).
Brivet (Henri), produits chimiques, avenue Péreire, 70, à Asnières.
Broad (Édouard-John), 6, Queen Street Place, à Londres (Angleterre).
Broca (Georges-Alphonse), ingénieur de la compagnie des Tramways (réseau Sud), 18, quai de la Mégisserie.
Brocchi (Astère), directeur de la maison Périn, fabricant de sciès, avenue d'Ivry, 19.
Brochocki (de) (Thomas-Simon de Dienheim), rue d'Édimbourg, 22.
Brodard (Marie-Anatole-Octave), rue du Bac, 94.
Bronne (Joseph), papetier, rue Joubert, 29.

MM. Bronne (Louis), industriel, rue Grétry, 28, à Liège (Belgique).
Brossard (Louis-Henri-Maurice), inspecteur du matériel fixe au chemin de fer de Lyon, rue Cochin, 5.
Brotherhood (Peter), constructeur-mécanicien, 25, Labroke Gardens Nottinghill, Londres W.
Bruignac (Duroy de) (Albert), rue du Sud, 15, à Versailles (Seine-et-Oise).
Brûll (Achille), rue Saint-Lazare, 6.
Brunlées (James), 5, Victoria street, Westminster S. W. (Londres).
Brunon (Barthélemy), constructeur, à Rive de Gier (Loire).
Brustlein (H.-Aimé), à Unieux (Loire).
Buchetti (Jacques-Antoine), 102, boulevard Richard-Lenoir.
Buchwalder (Edouard), ingénieur, avenue d'Orléans, 21.
Buddicom, ✱, Penbedw-Mold flinstshire (Angleterre).
Buffet (Jules), président du Conseil d'administration des sucreries, à Conflans-Jarny (Meurthe-et-Moselle).
Bullot (Edmond), rue de la Gare, 12, à Saint-Denis.
Bunel (Henri), architecte, rue du Conservatoire, 13.
Buquet (Hippolyte-Amédée), gérant de la *Revue industrielle*, boulevard des Batignolles, 13.
Buquet (Paul), directeur général des salines de l'Est, rue Laffitte, 52.
Bureau, rue Nollet, 56.
Burle (Marie-Félix), chef de section au chemin de fer d'Angoulême à Marmande, à Bergerac (Dordogne).
Buron (Oscar-Gabriel), ingénieur adjoint à l'Ingénieur en chef du matériel et de la traction au chemin de fer d'Orléans, rue de Vaugirard, 48.
Busschop (Émile), à Villeneuve-Saint-Georges (Seine-et-Oise).

C

MM. Cabanes (Félix), rue de Rome, 119.
Cabany (Armand), constructeur, à Malines (Belgique).
Cachelièvre (Charles-Paul-Émile), C. ✱ ✠, ingénieur chef de via y obras del ferro-carril de Madrid à Ciudad-Real et Badajoz, Recoletas, 5, 2°, à Madrid (Espagne).
Cacheux (Émile-François-Joseph), ✱, quai Saint-Michel, 25.
Cadiat (Ernest), rue Meslay, 24.
Caen (Léon), avenue de Paris, 74, à Saint-Denis (Seine).
Cahen (Albert), ✱ ✱, boulevard Saint-Denis, 1.
Cahen (Alphonse), ingénieur en chef du matériel et de la Traction des chemins de fer Portugais à Lisbonne (Portugal).

MM. Cahen-Strauss (Lucien), rue du Temple, 168.

Cail (Alfred-Antoine), ✱, ✠, C, ✱, ✱, gérant de la maison Cail et C^ie^, 41, rue de la Boétie.

Cail (Émile), avenue de l'Empereur, 121.

Caillé (Jules-Charles), inspecteur du matériel fixe au chemin de fer d'Orléans, rue Guy de La Brosse, 11.

Caillot-Pinart, ✱, rue du Faubourg-Saint-Martin, 167.

Caisso (Marin), ancien ingénieur des chemins de fer de l'Ouest, avenue de Clichy, 128.

Calabre (Sébastien), rue Affre, 3.

Caldaya (Charles-Antony), ingénieur des hauts fourneaux de la Société métallurgique, à Tarascon (Ariège).

Calla père (Christophe), ✱, rue des Marronniers, 8, à Passy

Calmels (Pierre-Martin), boulevard Bon-Accueil, 48, à Alger.

Camoin (Alphonse), ingénieur de la maison Gouin, 176, avenue de Clichy.

Camus (Charles-Marie-Ferdinand), rue Albouy, 9.

Canovetti, 7, quai du Havre, à Rouen (Seine-Inférieure).

Cantagrel (Simon-Charles), rue de Navarin, 14.

Capacci (Celso), via Valfonda, 7, Florence (Italie).

Capdevielle, rue de la Gare, 2, à Saint-Denis.

Caplen (Ernest), 17, rue de Châteaudun.

Capuccio (Gaetano), à Turin (Italie).

Carcenat, 183, faubourg Poissonnière.

Carcuac (Armand-Jean-Antoine), à Aubin (Aveyron).

Carenou (Édouard), ingénieur-conseil en matières de brevets d'invention, rue Clapeyron, 9.

Carette (Louis), rue du Chemin-Vert, 42.

Cárette (Paul Roch-Sébastien), ingénieur chez MM. Géneste et Herscher, 42, rue du Chemin-Vert.

Carez (Ernest-Eugène) ✱, administrateur de la Société de constructions mécaniques, rue Jean-Lafontaine, 5, à Saint-Quentin (Aisne).

Carié (Paul-Raymond-Léopold), rue des Martyrs, 41.

Carimantrand (Jules), ✱, rue d'Édimbourg, 20.

Carpentier (Léon), rue de Fleurus, 37.

Carpentier (Jules-Adrien), rue du Luxembourg, 34.

Carré (Ferdinand-Philippe-Édouard), à la Nozaie, près Nemours (Seine-et-Marne).

Carrié (Jules-Charles), ingénieur, à Morlaas (Basses-Pyrénées).

Carron (Pierre-Joseph-Charles), au Pont de Claix (Isère).

Cartier (Émile), fabricant de sucre, à Nassandres (Eure).

Casalonga (Dominique-Antoine), rue des Halles, 15.

Cassagnes (Gilbert-Alfred), directeur des *Annales industrielles*, rue Lafayette, 18.

Cassal (Victor-Édouard), rue Say, 13.

MM. CASTEL (Émile), ✱ O. ✠, rue de Dunkerque, 20.
CAUVET (Alcide), O. ✱, rue Neuve des Mathurins, 23.
CAZALIS DE FONDOUCE (Paul), ✱ ✠ ✱, propriétaire agricole, rue des Étuves, 18, à Montpellier (Hérault).
CAZAUBON, (Alfred), ingénieur, rue Notre-Dame de Nazareth, 43.
CAZES (Edwards-Adrien), quai de Bourgogne, 37, à Bordeaux (Gironde).
CERBELAUD (Georges-Léonard), avenue de Clichy, 48.
CERNUSCHI, avenue Velasquez, 7, via San-Maurilio, 13, à Milan (Italie).
CHABARDÉS (Emile), inspecteur de la traction de la Compagnie du chemin de fer du Nord de l'Espagne, à Valladolid (Espagne).
CHABRIER (Ernest), O. ✱, rue Saint-Lazare, 89 (avenue du Coq, 4).
CHAIX (Henri-Jules), rue des Buttes-Chaumont, 44.
CHALAIN (Prosper-Édouard), rue du Faubourg-Saint-Martin, 167.
CHALIGNY (Gabriel-Joseph), ✱ ✱, rue Philippe de Girard, 54.
CHALMETON, aux forges d'Aubin (Aveyron).
CHAMPIONNIÈRE, à Montlignon (Seine-et-Oise).
CHAMPOUILLON, ✱, avenue Gourgaud, 18.
CHANCEREL (Charles-Antoine), rue Béranger, 21.
CHANOIT (François), à Villeneuve-Saint-Georges (Seine-et-Oise).
CHANOVE (Gabriel), administrateur des sociétés des forges et aciéries de Huta Bankowa et des houillères de Dombrowa (Pologne russe), rue de Rivoli, 33, Paris.
CHANSSELLE (Jules-Vincent), ingénieur principal de la Société houillère de Saint-Étienne (Loire).
CHAPERON (Charles-Emile), ingénieur, boulevard Haussmann, 98 *bis*.
CHAPMAN (Henry), ✱, rue Laffitte, 10, et 113, Victoria-Street Westminster S. W., London.
CHAPRON (Laurence-Louis-Achille), architecte, ingénieur chef directeur des études et travaux du grand Môle du gouvernement à Valparaiso (Chili).
CHARBONNIER (Amédée-Pierre), au Creuzot (Saône-et-Loire).
CHARDON (Eugène-Frédéric), rue de Trévise, 14.
CHARIER (Arsène), architecte, à Fontenay le Comte (Vendée).
CHARLIER (Timothée), O. ✠ ✱, ancien directeur des chemins de fer de Roumanie et inspecteur général des ponts et chaussées de Roumanie, à la villa Ouchy, à Lausanne (Suisse).
CHARLON (Claude-Émile), ingénieur-directeur des usines et carrières de Diano Marina (Italie).
CHARPENTIER (Joseph-Ferdinand), boulevard de Strasbourg, 75.
CHARPENTIER (Paul-Ferdinand), métallurgiste, rue Lafayette, 58.
CHARTON (Jules-Jean), ✱ ✱, ingénieur de la construction aux chemins de fer du Midi, boulevard Haussmann, 54.
CHASLES (Gaspard-André-Alexandre), 23, rue Miromesnil.

MM. Chassevent (Camille-Henri-Marie), boulevard d'Enfer prolongé, 6.
Chatard (Alfred), rue de Berlin, 40.
Chauveau des Roches (Arthur), ✱ O. ✱, à Masseuil-Quinçay, par Vouillé (Vienne).
Chauveau (Jules-Édouard), rue d'Arcet, 24.
Chauvel (Émile), ✱, à Navarre, par Évreux (Eure).
Chavannes (Émile-Frédéric), rue de Vauban, 3, à Lyon (Rhône.)
Chayet (Charles-Alexandre), ingénieur aux forges de Fourchambault (Nièvre).
Chéron (Charles-Louis), régisseur de l'usine à gaz de Passy, quai de Passy, 42.
Chéron (Réné-Michel), rue Richer, 24.
Chevalier (Émile), constructeur, quai de Grenelle, 65.
Chevalier (Louis-Jacques-Henri), quai de Grenelle, 65.
Chevalier (Georges-Édouard-André), rue Taitbout, 61.
Chevrier (P.-Marcel-Louis-Marie), gare de l'Ouest, boulevard Montparnasse.
Chiésa (Claudin), rue Galvani, 5.
Chobrzynski (Jean-Pierre-Charles), ✱ ✱, boulevard Magenta, 137.
Cholet (Lucien-Alfred), ingénieur du matériel fixe des chemins de fer de l'État, rue Saint-Paul, 8.
Chopitéa (de) (Charles), à Barcelone (Espagne).
Chrétien (Jean), rue de Monceau, 87.
Chuwab (Charles), Grande-Rue de Passy, 10.
Ckiandi (Alexandre-Henri), chimiste, rue des Templiers, 25, à Marseille (Bouches-du-Rhône).
Clair (Alexandre), O. ✱ C ✠, rue Duroc, 5.
Clamens (Jean-Baptiste), ingénieur constructeur, au Chambon (Loire).
Claparède (Frédéric-Moyse), ✱, quai de Seine, à Saint-Denis (Seine).
Claparède fils (Frédéric), quai de Seine, à Saint-Denis (Seine).
Claret (Joaquim), ingénieur de la Compagnie Madrilène, à Madrid (Espagne).
Clarté (Louis-Paul), directeur des usines de filature de Saint-Maurice-sur-Moselle (Vosges).
Claudel (Charles), à la Südbahnnhof, à Vienne (Autriche).
Clausel de Coussergues (Isidore), rue de Madrid, 15.
Clémandot (Louis), ✱, 18, rue Brochant, aux Batignolles.
Clémencin (Perfecto Maria), ingénieur des mines, à l'École des mines, à Madrid (Espagne).
Clerc (Jules-Auguste), rue de l'Arc de Triomphe, 13.
Clercq (de) (Louis-Charles), rue de la Boëtie, 59.
Clerfayt (Adolphe), rue Feronstrée, 27, à Liège (Belgique).

MM. Clervaux (de) (Paul), sous-directeur des aciéries de Firminy (Loire).
Closson (Prosper), rue Laffitte, 48.
Cluysenaer (Léonard), ingénieur en chef du service des voies et travaux de la Société pour l'exploitation du chemin de fer de l'Etat, à Utrech (Hollande).
Cochelin (Alfred-Albert), entrepreneur de serrurerie, rue Popincourt, 39.
Cochot (George-Henri), constructeur, avenue Lacuée, 36.
Cohendet (Victor-Hippolyte), constructeur, avenue de Suffren, 40.
Coignet (Alphonse), ingénieur de la maison Coignet père et fils, 3, rue Rabelais, à Lyon.
Coignet (François), rue La Fayette, 130.
Coignet Jean), boulevard Denain, 4.
Coffinet (Simon-Romain), ✻ O. ✻ C. ✠ ✻, sous-directeur de l'exploitation des chemins de fer P.-L.-M., rue Auber, 13.
Colladon (Daniel), ✻ C. ✻, promenade du Pin, 1, à Genève (Suisse).
Collange (Noël), conducteur de travaux, à Souk-Haras, province de Constantine (Algérie).
Colle (Simon), à Mornay, par Allier (Cher).
Collet (Charles-Henri), rue d'Astorg, 4 *bis*.
Collignon (François-Hippolyte), quai de Grenelle, 17
Collin (Émile-Charles), avenue de Messine, 30.
Colson (Paul), ✠, Sierra Almagrera, par Murcia (Espagne).
Combes (Édouard), à Sydney (Nouvelle-Galles du Sud) (Australie).
Comolli (Louis-Antoine), consulat d'Italie, à Buenos-Ayres (Amérique du Sud).
Comte (Charles-Adolphe), rue Cambon, 9.
Conchon (Eugène-Gabriel), architecte, avenue de Tourville, 10.
Contamin (Victor), 11, avenue Gourgaud.
Conteville (Charles), rua de San José, 101, à Rio de Janeiro (Brésil).
Coquerel (Paul), rue de Naples, 37.
Cormier (Paul-Alexandre), à la vermicellerie de Meaux (Seine-et-Marne).
Cornaille (Alfred), à Cambrai (Nord).
Cornesse (François), chef du service des Forges au Creuzot (Saône-et-Loire).
Cornier (Victor), ingénieur à l'usine du Ciment-Vicat, à Vif (Isère).
Cornuault (Émile-Léon-Félix), métallurgiste, rue Louis le Grand, 6.
Corpet (Lucien), constructeur-mécanicien, avenue Philippe-Auguste, 117 et 119.
Cosnard (Ernest), rue de La Tour, 47, à Passy.
Cosnefroy (Ferdinand), rue du Rocher, 33.
Cossigny (de) (Jules-François), à Courcelles, commune de Cléry, par Saint-Parres-lez-Vaudes (Aube).

MM. Coste (Antoine-Guillaume), rue du Bac, 144.
Coste (Armand), ✱, rue Rovigo, 12.
Cosyns, à Mons (Belgique).
Cotard (Charles), ✱, ✱, ✱, C. ✠, rue de l'Echelle, 9.
Cottenet (Maurice), ingénieur à la maison Giraud, 4, boulevard Denain.
Cottrau (Alfred-Henri-Joseph), C. ✱, C. ✱ ✠, administrateur délégué des chemins de fer de la Sicile occidentale, Villino Cottrau, à Pausilippe, Naples (Italie).
Couard (Joseph-Félix), inspecteur principal de la voie des chemins de fer de Lyon, avenue Ledru-Rollin, 50.
Couderc (André-Jean-B.-Augustin-Marie), boulevard de la Calle à Villeneuve-sur-Lot (Lot-et-Garonne).
Coulanghon (François-Marie), à Mons en Barœul, 12, route de Roubaix, près de Lille (Nord).
Coullaut (Alfred-Louis-Joseph), ✱, à Fornos d'Algodres (Portugal).
Couriot (Charles-Henri-Gustave), ✱, secrétaire du Conseil d'administration de la Société des mines de la Loire, rue de Richelieu, 85.
Cournerie (Amédée-Barthélemy), ✱, rue de la Saline, 1, à Cherbourg (Manche).
Courras (Philippe), ✱, boulevard des Batignolles, 58.
Courtépée (Laurent), rue des Francs-Bourgeois, 31.
Courtès-Lapeyrat (Georges-Clément), rue du Bac, 90.
Courtier (Louis), ✱, rue de Dunkerque, 43.
Courtin (Amédée-Augustin), chef d'atelier du chemin de fer du Nord, rue de Passy, 97.
Courtines (Jacques), ✱, rue de Chabrol, 9.
Courtois (Antoine-Hippolyte), rue Choron, 8.
Courtois (Marie-Émile), ✱, ingénieur de la Compagnie des Forges et Fonderies de Terre-Noire-Voulte et Bessèges, rue Sainte-Hélène, 8, à Lyon (Rhône).
Cousin (Alphonse), inspecteur du matériel et de la traction aux chemins de fer romains, station centrale, Rome (Italie).
Cousté (E.), ✱, boulevard Saint-Michel, 76.
Couturaud (Lucien-Eugène), quai du Pont-Neuf, 6, à Abbeville (Somme).
Couture (Jules), directeur de l'exploitation des gaz et hauts fourneaux, rue Montgrand, 39, à Marseille (Bouches-du-Rhône).
Couvreux père, rue Saint-Lazare, 103.
Couvreux fils (Abel), rue Saint-Lazare, 103.
Crampton, Victoria-Street, ✱, 4, Westminster S. W., Londres.
Crépel (Léon), fabricant de ferronnerie pour matériel de chemins de fer, à Nouzon (Ardennes).

MM. Crepin (Christian), fabricant de sucre, à Saulty, par Larbret (Pas-de-Calais).
Crespin (Auguste), boulevard de Clichy, 14.
Crespin (Arthur-Auguste), avenue Parmentier, 23.
Crétin (Gabriel), ✱, rue du Faubourg-Saint-Honoré, 237.
Criner (Georges), rue de la Victoire, 86.
Crouan (Henry-Marie-Léon), Faubourg-Poissonnière, 158.
Crozet (Émile), à Valcherie, près le Chambon-Feugerolles (Loire).
Crozet (J.-C.), à Valcherie, près le Chambon-Feugerolles (Loire).
Cruchet (Fernand-Paul), à la Société italienne de dynamite Nobel, à Avigliana, près Turin (Italie).
Cuchetet (E.), secrétaire de l'ingénieur en chef de la Compagnie transatlantique, 91, boulevard Voltaire.
Cuinat (Charles), rue de Naples, 52.
Czyszkowski (Stephen), avenue de l'Opéra, 20.

D

Daburon (Henri-Charles), ingénieur aux mines de Lens (Pas-de-Calais).
Da Costa (Arin), rue Legendre, 4.
Dagail (Louis), à Royan les Bains (Charente-Inférieure).
Daguerre d'Ospital (Léon), calle de Prado, 20, Madrid (Espagne).
Daguin (Ernest), O. ✱, rue Castellane, 4.
Dailly (Gaspard-Adolphe), O. ✱, maître de la poste aux chevaux, rue Pigalle, 67.
Dallemagne (Jules-Joseph-Jacques), place Wagram, à Maisons-Laffitte (Seine-et-Oise).
Dallemagne (Émile), directeur des charbonnages de Sclessin-Tilleur, près Liège (Belgique).
Dallemagne (Jules), administrateur-gérant de la Société de Sclessin, près Liège (Belgique).
Dallot (Auguste), ✱, rue de Douai, 17.
Dambricourt (Auguste), à Vezernes, par Saint-Omer (Pas-de-Calais).
Damoizeau (Victor-Jules), boulevard de la Contrescarpe, 36.
Danvers (Henry), rue Sainte-Hyacinthe-Saint-Honoré, 8.
Darblay (Paul), à Corbeil (Seine-et-Oise).
Daret-Derville (Ch.-Am.), chef du bureau central du matériel et de la traction aux chemins de fer du Nord de l'Espagne, calle Santiago, 61, à Valladolid (Espagne).

MM. Dargent (Jean-Erasme-Florimond), ✠, ingénieur de la voie à la Compagnie des chemins de fer Andalous, Calle del Densengano, 24, à Malaga (Espagne).

Darnay (Adolphe-Eugène), fabricant de fonte malléable, boulevard Voltaire, 119.

Daveluy (Marie-Alfred-Alphonse), inspecteur principal aux chemins de fer P.-L.-M., rue Saint-Antoine, 207.

David (Pierre), ✠, Ingénieur de l'Exploitation aux chemins de fer du Midi, 341, boulevard de Talence, à Bordeaux (Gironde).

Dayras (Edmond), ingénieur, rue de Tivoli, 3.

Debar (Auguste), directeur des ateliers de Fécamp (Seine-Inférieure).

Debarle (Louis), rue de l'Ourcq, 33, à la Villette.

Debenoist (Jules-Ernest), quai de l'Hôtel de Ville, 16.

Debié (Jules), quai des Grands-Augustins, 53.

Deby (Julien-Marie), 3, Lombard-Street-London, E. C. (Angleterre).

Decauville (Paul), ✠, directeur de Petit-Bourg (Seine-et-Oise).

Decaux (Charles-Auguste), ✠, rue Notre-Dame des Champs, 107.

Decazes (Élie), rue de Madrid, 15.

Decescaud (Jean-Daniel), rue d'Austerlitz, à Angoulême (Charente).

De Coene (Jules), ✠, boulevard Jeanne-d'Arc, 21, à Rouen (Seine-Inférieure).

De Comberousse (Charles), ✠, professeur à l'École centrale, rue Blanche, 45.

Decoudun (Jules), constructeur-mécanicien, boulevard Sébastopol, 83.

Deffosse (Étienne-Alphonse), ✠, ingénieur de la construction au chemin de fer de Lyon, 10, Cours du Midi, à Lyon (Rhône).

Degousée (Edmond), ✠, rue de Chabrol, 35.

Deharme (Léon-Ernest), ingénieur au service central de la voie à la Compagnie du chemin de fer du Midi, rue Larribe, 3.

D'Eichthal (Georges), administrateur de la Compagnie française de matériel de chemin de fer, rue Châteaudun, 53.

Dejey Joanny, rue de la Perle, 18.

Delachanal (Elie-Jean), 83 *bis*, boulevard Richard-Lenoir.

Delage (Pierre-Joseph), boulevard Beaumarchais, 90.

Delanney (Hippolyte), O. ✠, agent voyer en chef, au Mans (Sarthe).

Delannoy (François-Albert), ✠ C. ✠ ✠, rue de Paris, 106, à Charenton le Pont (Seine).

Delano (William-Henri), quai Valmy, 117.

Delamarre (le comte) (George-Théodore), rue des Sablons, 52, à Passy.

Delapchier (Victor-Jean), associé de la fabrique de bougies du Diamant, route des Poissonniers, à Saint-Denis.

MM. Delaperrière (Édouard-Frédéric), rue de Bruxelles, 44.
Delaperrière (Marie-Antoine), ingénieur auxiliaire des Ponts et Chaussées, à Fontenay le Comte (Vendée).
Delaporte (Georges-Armand-Gustave) ✱, chimiste, rue des Bourdonnais, 37.
Delaporte (Charles-Antoine), filateur, à Maromme (Seine-Inférieure).
Delaporte (Georges), cité Rougemont, 4 *bis*.
Delaroyère (Ernest-Joseph), à la sucrerie et raffinerie de Somain (Nord).
Delaunay (Jules-Henri), ✱ ✠, rue de Cormeille, 25, à Levallois-Perret (Seine).
Delaunay (Louis-Marie-Gabriel), ✱, rue du Port, 9, à Saint-Denis.
Delebecque, ✱, rue de Douai, 6.
Delerm (Jules-François), rue des Forges, 14, à Angers (Maine-et-Loire).
Delettrez (Eugène-Géry), rue Taitbout, 29.
Deleury (Stanislas-Alexandre-Jules), directeur de l'usine à gaz, rue de Clagny, 12, à Versailles (Seine-et-Oise).
Deligny (Ernest), O. ✱ ✱, rue François Ier, 18.
Delin (François), à Rouen (Seine-Inférieure).
Delinières (Élie), fabricant de tubes en fer, à Montluçon (Allier).
Delloye (Henri-Lucien), rue Paradis-Poissonnière, 40.
Delmas (Fernand), faubourg Poissonnière, 110.
Delom (Florentin), rue Ramey, 19.
Delporte (Hugues), ingénieur, chef de division à la Compagnie des Dombes, à Bellegarde (Ain).
Delsa (Hubert), ✱, constructeur, rue de la Limite, 18, à Liège (Belgique).
Demanest (Edmond), rue d'Amsterdam, 59.
Demans (Benoît-François-Noël), au Chambon-Feugerolles (Loire).
Demeule (Gustave), ✱, rue de Paris-et-Henry, à Elbeuf (Seine-Inférieure).
Deminuid (René), ✱, architecte, boulevard Saint-Michel, 9.
Demolon (Isaac-Lucien), ingénieur, gérant du dépôt des forges et aciéries de Jacob Aall and Son, boulevard Voltaire, 116.
Denayrouse (Auguste), rue de Maubeuge, 34.
Denfer (Jules-François-Maxime), architecte, rue de la Santé, 9.
Deniel (Sébastien), ✱ ✱, place de la Halle, 9, à Brest (Finistère).
Deniel (Émile), ingénieur du canal de Grenville (Canada), (Province de Québec).
Denis (Gustave), à Fontaine-Daniel, près Mayenne (Mayenne).
Denis (Ernest), rue de Verneuil, 22.
Denis de Lagarde (Ludovic-Eugène), C. ✱, Puerta del Sol, 13, à Madrid (Espagne).

MM. Denise (Lucien), ✠, architecte, passage Violet, 12.
Denize (François-Auguste), ingénieur, à Fourchambault (Nièvre).
Denoyelle (Jean-Baptiste-Théophile-Léon), rue du Rocher, 53.
Depérais (Charles), ✠, vico Monteroduni, n° 1, à Naples (Italie).
Deprez (Marcel), rue Champollion, 15.
Derennes (Jean-Baptiste-Ernest), rue du Bocage, 7, Ile-Saint-Denis (Seine).
Deroualle (Victor), avenue de Launay, 14, à Nantes (Loire-Inférieure).
Dervaux (Ernest), fabricant de ferrures à Vieux-Condé (Nord).
Desbrière, ❋, C. ✠ O. ✠ ✠, rue d'Amsterdam, 96.
Deschiens (Victor-Auguste), rue de Maubeuge, 90.
De Schryver (Isidore), à Hautmont (Nord).
Desforge (Louis-Alphonse), chef de section au chemin de fer de l'Est, rue Jaillaux-Deschainets, 4, à Troyes, (Aube).
Desforges (Joseph-Abel-Marie), rue des Francs-Bourgeois, 54.
Desgrange (Hubert), ❋, ✠ ✠ C. ✠, boulevard Haussmann, 135.
Desjardins (Jean-Marc-Édouard), rue d'Aubervilliers, 134.
Desmaret (Paul-Louis), boulevard Saint-Michel, 97.
Desmazures (Camille), O. ✠, boulevard Haussmann, 64.
Desmons (Hubert-Guillaume-Alban), maître de forges, rue des Ardennes, 3.
Desmousseaux de Givré (Émilien), ✠, rue de Grenelle-Saint-Germain, 121 *bis*.
Desnos (Charles), ingénieur-conseil en matière de brevets d'invention, boulevard Magenta, 11.
Desnoyers (Alfred), maître de forges, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, 36.
Despaux (Arsène-Joseph), chef de section aux chemins de fer de l'État, rue du Haut-Chinchauvaud, à Limoges (Haute-Vienne).
Després (Alphonse-Victor-Guillaume), rue Saint-Sulpice, 6.
Despret (Édouard), ✠, ingénieur en chef, directeur des voies et travaux du chemin de fer Grand-Central belge, rue de Trèves, 41, à Bruxelles (Belgique).
Despret (Eugène), ingénieur, associé de la maison Despret frères, fabricants de limes et outils, à Namur (Belgique)
Detraux (Benjamin), ingénieur auxiliaire des travaux de l'État, à Villeneuve-sur-Lot (Lot-et-Garonne).
Devaureix (Michel-Jules), rue des Poissonniers, 11, à Saint-Denis.
Deville (Anatole), rue de Lyon, 43.
Devilliers (Émile-Joseph), boulevard de Latour-Maubourg, 54.
Dez-Sicard (Jules), à Cannes (Alpes-Maritimes).
D'Hubert (Joseph-Adolphe-Constant), directeur de la Compagnie Lesage, rue de Richelieu, 110.
Diard (Henri-Pierre-Alfred), à Amboise (Indre-et-Loire).
Didierjean (Eugène), ❋, à Saint-Louis (Lorraine).

MM. Dietz (David), ✠, O. ✠, rue Blanche, 27.

Doat (Henri), directeur de la Compagnie générale des conduites d'eau, à Liège (Belgique).

Dolabaratz (Louis-Alfred), directeur du Crédit foncier colonial, à Saint-Denis (île de la Réunion).

Dollfus (Jules), au chemin de fer de Tlemcen, à Oran (Algérie).

Dollot (Émile-Victor-Emmanuel), boulevard Haussmann, 144.

Donnay (Charles), constructeur, rue de l'Atlas, 23.

Donon (Alfred-Adrien), rue d'Argenson, 3.

Dony (Marcelin), rue de Lodi, 24, Marseille (Bouches-du-Rhône).

Dorian (Daniel), rue de Naples, 53.

Dorion (Joseph-Charles-Marie), directeur des mines de Bouquies, à Decazeville (Aveyron).

Dornès (Auguste-Charles-Joseph), ✠, ingénieur du chemin de fer de Vitré à Fougères, boulevard Pereire, 128.

Dothée (Émile), rue de Monsigny, 6.

Douane (Maurice), rue Berthollet, 9.

Douau (Maximilien-Jean-Bernard) ✠, secrétaire du Conseil d'administration de la Société des hauts fourneaux et fonderies du Val d'Osne, boulevard Voltaire, 58.

Douine (Hippolyte), filateur, à Troyes (Aube).

Douka (Georges), ingénieur aux chemins de fer de Roumanie, à Sinaïa (Roumanie).

Doury (Paul), à Pouillon, par Hermonville (Marne).

Drouin (Alexis), rue Beaubourg, 33.

Dru (Léon-Victor-Edmond), rue Rochechouart, 69.

Dubois (Eugène-Auguste), rue de l'Escaut, à Anzin, près Valenciennes (Nord).

Dubois (Guillaume), ✠, directeur-gérant de la Société des charbonnages de Marihaye, près Seraing, à Flemalle-Grande (Belgique).

Dubois (Théophile-Marie-Auguste), rue Bonaparte, 86.

Dubois (Jules), constructeur à Anzin (Nord).

Dubois (François-Léon), rue Lafayette, 48.

Dubuc (Michel-Maximilien), constructeur-mécanicien, rue de Turbigo, 68.

Dufay (Eugène-Isidore), administrateur délégué de la sucrerie de Lieusaint, gérant de la sucrerie de Chevry-Cossigny (Seine-et-Marne).

Dufaure (Gabriel), boulevard de la Madeleine, 17.

Dufès (Léon), directeur des ateliers de la Compagnie de Fives-Lille, à Givors (Rhône).

Dufournel (Alphonse-Théodore), ✠, à Gray (Haute-Saône).

Dufrené (Hector-Auguste), agence des brevets, rue de la Fidélité, 10.

MM. Dujour (Nicolas-Alexis), inspecteur principal, chef du bureau des études du matériel fixe au chemin de fer de P.-L.-M., rue de Lyon, 3.

Duluc (Pierre-Auguste-Marie-Albert), rue de Paris, 36, à Épinay-sur-Seine (Seine).

Dumont (Marie-Georges), ✠, inspecteur du mouvement au chemin de fer de l'Est, rue de Lafayette, 92.

Dumont (Henri), 14, rue de Visconde de Juhruma, à Rio-Janeiro (Brésil).

Dumont (Louis-François), rue Sedaine, 55.

Duparc (Georges), fabricant de briques, à Sarcelles (Seine-et-Oise).

Dupont (Albert), ✠, rue Duperré, 19.

Dupont (Alfred-Philippe-Ernest-Marie), ingénieurs aux forges de la Providence, à Marchienne-au-Pont (Belgique).

Dupont (Gustave), rue des Dominicains, 44, Nancy.

Dupuis (Edmond-Louis), rue de la Pompe, 4, à Passy.

Dupuy (Léopold-Philibert), rue de la République, 101, à Marseille (Bouches-du-Rhône).

Durant (Léon-Alexandre-Émile), sous-ingénieur, chef du bureau des études du matériel et de la traction au chemin de fer d'Orléans, rue Linné, 13.

Durassier (Léon-Gabriel-Alexandre), inspecteur de la division des combustibles à la Cie P.-L.-M., avenue de Wagram, 24.

Durenne, ✠, constructeur, quai Napoléon, 29, à Courbevoie.

Durenne (Antoine), O. ✠, maître de forges, rue de la Verrerie, 30.

Durenne (Albert), à Courbevoie (Seine).

Durocher (Constant), à Coulommiers (Seine-et-Marne).

Duroeux (Adolphe-Auguste), boulevard Magenta, 48.

Du Roy de Blicquy (Arthur), ✠, ingénieur en chef de la Société métallurgique et charbonnière belge, place de Louvain, 1, à Bruxelles (Belgique).

Durupt (Jules-Hippolyte-Victor), rue de Sèvres, 155.

Duteil (Paul-Marie), sous-inspecteur du matériel au chemin de fer de l'Est, à Villiers-sur-Marne (Seine-et-Oise).

Duthu (Paul-Louis), ingénieur des hauts fourneaux de MM. Holtzer, Dorian et Cie, à Ria (Pyrénées-Orientales).

Duval (Raoul), rue François Ier, 53.

Duval (Nicolas), rue Neuve-Popincourt, 8.

E

MM. Eassie (William), 11, Argyll-Street, W., Londres (Angleterre).
Edoux (Félix-Léon), constructeur d'ascenseurs, rue Lecourbe, 76.
Eiffel (Gustave), ✱, C. ✱ ✠, rue Fouquet, 46, à Levallois (Seine).
Ellicott (Henri-Temple), ✱ rue Castiglione, 14, Paris; et à Porto (Portugal).
Ellis (Théodore), Hartford Connecticut, États-Unis (Amérique).
Ellissen (Albert), ✱ ✠ ✱, rue La Boëtie, 21.
Elmering (Adolphe), rue de la Ferme, à Rouen (Seine-Inférieure).
Elwell (Thomas), constructeur, avenue Trudaine, 26.
Emonin (Henri), rue de Bondy, 72.
Engelmann, rue Bellocq, 10, à Pau (Basses-Pyrénées).
Engerth fils (Joseph, le baron), rue de la Pépinière, 17.
Epstein (Jules-Eugène), administrateur des papeteries de Soczewka (Pologne).
Ermel (Frédéric), ✱ ✱ ✠, O. ✱, rue de Rome, 133 *bis*.
Escande (Antoine-Marie), entrepreneur de constructions en fer, rue de Vaugirard, 177.
Estève (Jean-Albert), ingénieur du chemin de fer de Maubeuge à Fourmies, à Solre le Château (Nord).
Étienne (Antoine), ✱, rue Baudin, 21.
Étienne (Edgard-Jean-Baptiste), à Cerdeira, par Guarda Beira Alta (Portugal).
Euverte (Jules), ✱, directeur des usines, à Terre-Noire (Loire).
Évrard (Alfred), directeur des aciéries de Firminy (Loire).
Évrard (Maximilien), ✱, à Saint-Étienne (Loire).

F

MM. Fabre (Émile-Jean-Jacques-Ernest), rue Blanche, 79.
Faivre (Charles-Auguste), constructeur, à Nantes (Loire-Inférieure.
Falguerolles (Eugène), ingénieur, chef du matériel et de la traction des chemins de fer des Charentes à Saintes (Charente-Inférieure).
Faliès (Jacques-Alfred), ✱, rue Sainte-Anne, 9.
Farcot (Joseph), O. ✱, constructeur, à Saint-Ouen (Seine).

MM. Farcot (Emmanuel), constructeur-mécanicien, faubourg Saint-Martin, 233.

Farcot (Abel), constructeur, rue Nicolo, 51, à Passy.

Farcot (Paul), Ingénieur à l'usine Joseph Farcot, avenue de la Gare, 15, à Saint-Ouen (Seine).

Fargue (Léon), faubourg Saint-Martin, 158.

Faucon (Charles), rue de la Douane, 24.

Fauconnier, directeur de l'usine à gaz, rue Verte, à Orléans (Loiret).

Faure Beaulieu (Léon), avenue Lebel, 8, à Vincennes.

Faure (Marie-Joseph-François), fabricant de produits chimiques, à Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).

Favarger (Théodore), boulevard de Courcelles, 44

Fayol (Henri), ingénieur principal des houillères, à Commentry (Allier).

Fayollet (Jules-Guillaume), aux filatures et corderies de l'Ouest, avenue de Pontlieu, au Mans (Sarthe).

Febvre (Armand), rue de Ponthieu, 23.

Feer (Daniel-Paul), rue de Pascale, 35, à Bruxelles (Belgique).

Fellot (Jean), rue de Moscou, 49.

Ferey (Léon), ✱, à Essonnes (Seine-et-Oise).

Fernex (de), rue de la Butte-Chaumont, 77.

Fernique (Albert), ✱, chef des travaux graphiques à l'École centrale, rue de Fleurus, 31.

Férot, ✱, rue d'Aumale, 14.

Fèvre (Léon-Jean-Baptiste), rue de la Tour, 117, à Passy.

Fèvre (Henri), architecte, rue de la Ville l'Evêque, 31.

Fichet (Pierre-Anatole), rue de Berlin, 18.

Fiévet (Ernest-Émile), à La Capelle (Aisne).

Finet (Louis), boulevard Central, 33, à Bruxelles (Belgique).

Finet (Théophile), avenue des Arts, 51, à Bruxelles (Belgique).

Flachat (Jules), ✱, C^ie^ des ferro-cariles d'Asturie-Galice-et-Léon à Monforte (Espagne).

Flachat (Ivan), rue de Grenelle-Saint-Germain, 102.

Flaman (Nicolas-Charles-Eugène), rue Saint-Laurent, 52, à Lagny (Seine-et-Marne).

Flaud (Gustave-Achille), ✱, constructeur, avenue de Suffren, 40.

Flavien (Emile-Georges), ✱, rue Condorcet, 63.

Fleury (Edme), au Tréport (Seine-Inférieure).

Fleury (Jean-Simon), ✱, O. ✱, ingénieur chef de section du chemin de fer de Fontgombault (Indre).

Fleury (Jules-Auguste), à la C^ie^ du chemin de fer de la Réunion, rue de Provence, 48.

Flicoteaux (Achille), rue de Grenelle-Saint-Germain, 59.

Floucaud (Arnaud-Joseph), à Parthenay (Deux-Sèvres).

MM. Fockedey (Henri-Charles-Marie), associé de la maison Seulfort, Malliar et Meurice, à Maubeuge (Nord).

Fonbonne (de) (Charles-Alexandre), rue de Dunkerque, 20.

Fontaine (Hippolyte), rue Drouot, 15.

Fontenay (de) (Anselme), ✱, ingénieur-chimiste au chemin de fer d'Orléans, boulevard Saint-Michel, 77.

Fontenay (de) (Eugène), ✱, rue de l'Arquebuse, 13, à Autun (Saône-et-Loire).

Fontenay (Tony), rue Lesdiguières, 15, à Grenoble (Isère).

Forcher (Adolphe-Maximilien), ingénieur en chef de la traction des chemins de fer de l'État, à Buda-Pest (Hongrie).

Forey (Miltiade), ✱, directeur des usines métallurgiques, à Montluçon (Allier).

Forquenot (Victor), O. ✱, ingénieur en chef du matériel et de la traction au chemin de fer d'Orléans, boulevard Saint-Michel, 24.

Forquenot (Armand), ✱, rue de Provence, 34.

Forsans (Pierre), ingénieur en chef au chemin de fer de Bayonne à Biarritz, à Biarritz (Basses-Pyrenées).

Fortet (Charles-Élie-Dioclès), chef de section des travaux neufs au chemin de fer du Nord, à Bavay (Nord).

Fortin (Jules-Prosper), ingénieur au Crédit lyonnais, service des Études financières, boulevard des Filles-du-Calvaire, 4.

Fortin-Herrmann (Louis), boulevard Montparnasse, 138.

Fortin-Herrmann (Émile), boulevard Malesherbes, 92.

Fouché (F.-H.), constructeur, rue des Écluses-Saint-Martin, 38

Fouquet (Louis-Ernest), ✱, chez M. Gouin, avenue de Clichy, 176.

Fouret (Georges-Jean-Baptiste), rue Billault, 16.

Fournier (Eugène), ✱ ✱, inspecteur général de la Société autrichienne I. R. P., des chemins de fer de l'État, rue Schwarzenberg, 17, à Vienne (Autriche).

Fournier (Louis-Victor), rue des Minimes, 14 *bis*.

Fournier (Victor), ✱, métallurgiste, avenue du Trocadéro, 178.

Fournier, rue de la Ville l'Evêque, 40.

Fournier (A.), architecte, boulevard du Chemin de Fer, 60, à Orléans (Loiret).

Fournier (Guillaume-Louis-Lucien), fabricant de tulles sur métiers Leavers, rue Charost, 5, à Saint-Pierre-les-Calais, (Pas-de-Calais).

Fousset (Louis-Alphonse), ingénieur en chef, directeur du chemin de fer d'Arzew à Saïda, à Arzew (Algérie).

Fradéra (Richard), 1, calle del Conde de Cesalteo, Barcelone (Espagne).

Fraix (Félix), ingénieur au chemin de fer de la Beira-Alta, à Celorico da Beira (Portugal).

MM. Fraix (Alfred-Alexandre-Aimé), 23, Delahay Street Westminster, S. W. (Londres).

Franca Leite (Nicolas), ingénieur, président de l'Institut, rua da Imperatriz, 45, St-Paul (Brésil).

Francez (Pierre-Auguste-Georges), route de Flandre, 12, à Pantin (Seine).

Francisque-Michel (Roland-Victor), à la Compagnie Franco-Algérienne à Oran (Algérie).

Franck de Préaumont (Edmond-Valéry), rue du Helder, 13.

François (Joseph), à Seraing (Belgique).

Francq (Léon-Émile), rue de Chateaudun, 54.

Fresnaye (Adrien-Aimé), fabricant de papiers, à Marenla, par Montreuil-sur-Mer (Pas-de-Calais).

Freulon (Hippolyte-Louis), rue Affre, 3.

Frey fils (André-Pierre), constructeur, rue Piat, 21, villa Ottoz, 1, à Belleville.

Frézard (Stanislas), rue Fontaine-au-Roi, 13.

Frichot, rue Colbrant, 8, à Lille (Nord).

Friedmann (Alexandre), à Vienne (Autriche).

Frion (Antoine-Émile), avenue de Choisy, 158.

Fromantin (Jean-Baptiste), rue Bonaparte, 53.

Fuchet (Pierre-Paul), carrefour de l'Observatoire, 2.

G

MM. Gadsden (Henri), Australian avenue, 19, Londres (Angleterre).

Gaget (Jean-Baptiste), O. ✠, canalisation d'eau, couverture et plomberie d'art, 23, rue Gutenberg (Boulogne-sur-Seine).

Gaildry (Cyprien), avenue du Maine, 36.

Gailleux (Antoine), sous-chef de section au chemin de fer du Nord de l'Espagne, calle de Santander, 18, à Valladolid (Espagne).

Gallais (Adolphe), hôtel de l'Univers, à Liège (Belgique).

Gallais (Anselme-Pierre), fabricant de produits chimiques, 73, boulevard de la Villette.

Gallaud (Charles), chef de bureau de la voie et des travaux au chemin de fer de Ceinture, rue Neuve-Fontaine-Saint-Georges, 6.

Galler (Pierre), ingénieur, des aciéries d'Angleur, à Tilleur (Belgique).

Gallois (Charles), directeur de la sucrerie de Francières, par Pont-Saint-Maxence (Oise).

MM. Galtié (Alfred-Alexandre), fabricant de sucre, à Rosières (Somme).
Gambaro, inspecteur principal du matériel au chemin de fer de l'Est, à la Gare, rue et place de Strasbourg.
Ganneron (Edmond), O. ✱, rue Lemercier, 52 (aux Batignolles).
Garate Galo, à Haro, Vieille-Castille (Espagne).
Garay (de) (Francisco), directeur général du dessèchement de la vallée de Mexico, à Mexico.
Garcia (Manuel-Charles-Auguste), à Saintes (Charente-Inférieure).
Gardé (Jacques-Solon), place d'Aquitaine, 8, à Bordeaux (Gironde).
Gargan (Louis-Xavier), ✱, rue Perdonnet, 13.
Garnier (Jules-Jacques), ✱ ✠, place Delaborde, 6.
Garnier (Hubert-Louis-Alexis), 127, avenue Daumesnil.
Garreta (Francisco), fabricant de produits céramiques, calle Ramalleras, 20, à Barcelone (Espagne).
Gast (Édouard-Victor), à Issenheim (Alsace).
Gatget (Auguste), secrétaire général de la compagnie de Fives-Lille, rue Galilée, 42.
Gauchot (Paul-Élie), rue du Faubourg-Saint-Martin, 177.
Gaudet, O. ✱, maître de forges, à Rive de Gier (Loire).
Gaudineau (Louis), constructeur d'appareils à gaz, rue Martel, 17.
Gaudry (Jules), Faubourg Poissonnière, 173.
Gaultier (Georges-Léon-Louis), rue Blanche, 64.
Gaultier de la Rosière, ingénieur de la Société des sucreries de l'Ouest, rue Voltaire, 17, Nantes (Loire-Inférieure).
Gaumy (Michel), chef de section au chemin de fer de Marcenais à Libourne, aux Sables d'Olonne (Vendée).
Gaune (André-Joseph-Émile), à Toulon (Var).
Gaupillat (Ernest), ✱, rue des Petites-Écuries, 54.
Gauthey (Émile-Mac-Marius), industriel, rue Charlot, 48.
Gauthier (Charles-Prosper), ✱, boulevard Montparnasse, 90.
Gautier (Paul-Émile), rue du Temple, 20.
Gautier (Ferdinand), secrétaire du Comité des Forges de France, rue de Provence, 56.
Gavand (Eugène-Henri), C, ✠. C. ✱ ✱, à Cousance (Jura).
Gayrard (Gustave), ✱, ingénieur en chef du chemin de fer de Ceinture, rue de Berlin, 33.
Gazan (Vulgis-Henri-Louis-Marie), rue Voltaire, 26, à Nantes (Loire-Inférieure).
Geai (Urbain-Jean), directeur de la Société de constructions navales, quai Colbert, au Havre (Seine-Inférieure).
Geay (Charles-Louis), architecte, à Cognac (Charente).
Génès (Louis), rue de Turenne, 106.
Genissieu (Gustave), rue de la Chaussée d'Antin, 64.
Georgin (Constant), rue des Pyrénées, 377, à Belleville.

MM. Geoffroy (Octave), aux ateliers du chemin de fer du Nord, à Charleroi (Belgique).

Gérard (Paul-Clovis), avenue Daumesnil, 32.

Gerber (Eugène), O. ✠, Strada-Polona, 48, à Bucharest (Roumanie).

Germain (Antoine), ingénieur à la sucrerie de M. Larios, à Motril, province de Grenade (Espagne).

Germain (Paul), rue Saint-Lazare, 59.

Germon (Alexis), C. ✠, chef de division aux chemins de fer de Paris à Lyon, rue des Tournelles, 60.

Ghesquière-Dierickx, quai Henri IV, 34.

Gibault (Eugène), rue Truffaut, 28.

Gibon (Alexandre-L.), ✠, directeur des Forges de Commentry (Allier).

Giffard, ✠, rue de Marignan, 14.

Gignoux (Arthur-Joseph), rue Lafayette, 108.

Gigot (Paul-Eugène), rue du Faubourg-Poissonnière, 59.

Gillon (Auguste), ✠ G. ✠ ✠ ✠, à Renory-Angleur-lez-Liége (Belgique).

Gillot (Auguste), avenue de Villiers, 101.

Gillot (Isidore-François-Louis), quai de la Râpée, 54.

Gillotin (Émile), à Plainfaing (Vosges).

Girard (Adam-Charles), ✠, rue des Écoles, 20.

Girard (Armand), constructeur d'appareils à vapeur, quai de la Loire, 38.

Girard (Joseph), fabricant de pianos, rue de la Banque, 5.

Girard (Paul), rue de la côte Saint-Thibault, 12, à Bois-Colombes (Seine).

Girardin (Auguste-Étienne), rue d'Antin, 3.

Giraud (Jules-Joseph-Stanislas), rue des Petits-Hôtels, 34.

Gislain, distillation des schistes bitumineux, boulevard de la Chapelle, 11.

Gispert (de) (Henrique), calle de San Simplicio, 4, à Barcelone (Espagne).

Gobert (Jean-Baptiste), ingénieur de la maison Eiffel et C^ie^, constructeurs, avenue de Villiers, 110.

Godefroy (Louis-Alexandre), rue Andeix-Manigen, à Limoges (Haute-Vienne).

Godfernaux (Emile-Edmond-Désiré), maison Gouin, 176, avenue de Clichy (Batignolles).

Godefin (Félix-Marie-Jean), rue St.-Louis, 19, à St.-Étienne (Loire).

Godillot (Georges-Alexis), directeur des usines Godillot-Alexis, 54, rue Rochechouard, 54.

Goldenberg (Paul-Frédéric-Alfred), à Zornhoff, près Saverne (Alsace).

MM. Goldschmidt (Philippe), IX Liechtenstein strasse, 11, à Vienne (Autriche).

Goldschmidt (de) (Théodor Ritter von), ✱, Nibelungen-Gasse, 7, à Vienne (Autriche).

Gondolo (Antonio-Guido), contrôleur du matériel des chemins de fer de la Haute-Italie, Palazzo Ex-Litta, à Milan (Italie).

Gonzalez-Frossard (Antonio), calle de Tallers, 78, à Barcelone (Espagne).

Goschler (Charles), C. ✱, ✠, à Cinq-Mars la Pile (Indre-et-L.).

Gottereau (Georges-Jean-Marie), ✱ ✱, rue de Douai, 9.

Gottschalk (Alexandre), ✱ ✱ ✱ ✱ O. ✱, rue du Helder, 9.

Gouault (Pierre-Alexandre), rue Jeanne-d'Arc, 25, à Rouen (Seine-Inférieure).

Gouin (Ernest), C. ✱, constructeur, rue de Cambacérès, 4.

Gouin (Jules-Édouard), avenue de Clichy, 176.

Goumet, constructeur de pompes, rue du Temple, 118.

Goupillon (Arthur-Jules-Désiré), rue Nollet, 84, à Batignolles.

Gouvy (Alexandre), gérant et copropriétaire des forges de Dieulouard (Meurthe-et-Moselle).

Govignon (Henri-Bonaventure), au chemin de fer d'Arzew à Saïda, à Constantine (Algérie).

Grall (Isidore), inspecteur des steamers, des gondoles, hirondelles et abeilles de la Gironde, à Lormont (Gironde).

Grand fils (Julien), directeur des forges, à Oullins, près Lyon (Rhône).

Grasset (Louis-Ch.-Constant), C. ✱, chef du service de la voie au chemin de fer du Nord de l'Espagne, Léganitos, 54, à Madrid (Espagne).

Grebus (Charles), C. ✱ ✱, ingénieur en chef du matériel et de la traction des chemins de fer de Madrid à Saragosse et à Alicante, station de Atocha à Madrid (Espagne).

Greiner (Adolphe), chef du service des aciéries de Cockerill, 10, quai Neuf, à Seraing (Belgique).

Grelley (Pierre-Jules-Armand), ✱, directeur de l'Ecole supérieure de Commerce, rue Amelot, 102.

Gremillon (Félix-Jules-Philippe), chef de section des travaux de l'Etat, à La Capelle (Nord).

Gressier (Louis-Edmond), rue de Lyon, 3.

Grièges (de) (Louis-Maurice) ✱, sous-ingénieur de la traction des chemins de fer de l'Ouest, rue de Clichy, 11.

Grienmard (Paul), ingénieur du matériel de la Compagnie algérienne, rue Bayard, 11.

Grimshaw (Robert), avenue d'Eylau, 155 et 119, S. Fourth-Philadelphia. États-Unis)

Grison (Théodore-Pierre), 149, rue Saint-Denis

MM. Grobert (de) (Joseph-Ulysse), ingénieur de la raffinerie spéciale des mélasses, rue de l'Université, 159.

Groselier (Joseph-Victor-René), entrepreneur, rue des Bosquets, 40 à Lunéville (Meurthe-et-Moselle).

Grousselle (A.), ingénieur-architecte, boulevard Montparnasse, 123.

Grouvelle (Philippe-Jules), rue des Écoles, 26.

Guary (Henry), ingénieur en chef du service technique à la Compagnie des mines d'Anzin, à Valenciennes (Nord).

Guary (Oscar), boulevard Saint-Germain, 13.

Guébin (Jules), fabricant d'appareils d'éclairage, rue des Sablons, 5 *bis*, Passy.

Guérard (Paul), au chemin de fer du Nord, à Amiens (Somme).

Guerbigny (Germeuil-Gaston), chef d'institution, à Villiers le Bel (Seine-et-Oise).

Guérin (Théodore-Antoine), rue de Chabrol, 51.

Guérin (Louis-Dominique), directeur général de la Société des sucreries de l'Ouest, à Nantes (Loire-Inférieure).

Guérin de Litteau (Edgar), O. ✠ ✠ ❋, rue Blanche, 3.

Guéroult (Paul), quai de Billy, 6.

Gueyton (Camille), rue Lesueur, 16.

Guettier (André), rue Vital, 35.

Guibal (Théophile), ✠ O. ✠, professeur à l'École des Mines de Mons, rue des Groseilliers, 43, à Mons (Belgique).

Guichard (Joseph-Victor), rue de Rivoli, 186.

Guigon Bey (Éloi), ❋, directeur des Écoles égyptiennes d'Arts et Métiers, au Caire (Égypte).

Guillaume (Charles), ✠ G. O. ✠ ✠, directeur des chemins de fer du Nord de l'Espagne, à Madrid (Espagne).

Guillaume (Henri), ✠, rue du Château d'Eau, 36.

Guillemant (Paul-Charles-Louis), rue Blanche, 53.

Guillemin (Étienne), à la Perraudette, près Lausanne (Suisse).

Guillemin (Georges), fondeur, avenue Parmentier, 2.

Guisan (Olivier-René), ingénieur aux chemins de fer de la Suisse occidentale, avenue de Rumine, 2, à Lausanne (Suisse).

Guitton (Émile), boulevard Montmartre, 19.

Guitton (Louis), expert du conseil de préfecture de Maine-et-Loire, boulevard des Pommiers, à Angers (Maine-et-Loire).

Guntz (Charles), à Haineville, par Flers (Somme).

Guyenet (Constant-Auguste), boulevard de Magenta, 83.

Guyon (Georges-Hippolyte), rue Émile Lepin, 10.

Guyot-Sionnest (Étienne-Ernest), rue Philippe de Girard, 54.

H

MM. Hack (Édouard-Louis), chaussée de la Muette, 7, à Passy.
Hacquard (Émile-Ernest), ✱, rue Pichon, 7, à Nancy (Meurthe).
Hallié (François-Ernest), ✱, fondateur de l'Institut d'arts et métiers de Fermo (Italie).
Hallopeau (Paul-François-Alfred), inspecteur principal chef du service central du matériel au chemin de fer P.-L.-M., répétiteur à l'École centrale, rue de Lyon, 3.
Halot (Alphonse-François-Marie-Joseph), directeur de la Société des ateliers de la Dyle, à Louvain (Belgique).
Halphen (Edmond), rue de Tilsit, 11.
Halphen (Émile), rue Chaptal, 24.
Hamelin (Paul), ingénieur du Gouvernement Brésilien, rue Lebon, 5, aux Ternes.
Hamelin (Gustave), bureau technique du chemin de fer de la Beira-Alta, Plaça do Loretto, n° 1, à Lisbonne (Portugal).
Hamélius (Edouard), rue de La Rochefoucauld, 24.
Hamers, rue Morère, 13 (14e arrondissement).
Hamoir (Réné), ✱, maître de forges, à Maubeuge (Nord).
Hamoir (Fernand), directeur de la manufacture de carrelages céramiques à Louvroil, par Maubeuge (Nord).
Hanarte (Gustave), ingénieur, à Mons (Belgique).
Hanrez (Prosper), directeur de la Société Solvay et Cie, usine de Varangeville-Dombasle, à Dombasle (Meurthe-et-Moselle).
Hardon (Alphonse-Eugène), 2, Villa-Saïd, avenue du Bois de Boulogne, 56.
Hardy (John-George), X, Luxemburgenstrasse, 2, à Vienne (Autriche.)
Harmet (Henri), place Marengo, 17, à Saint-Étienne (Loire).
Hauet (Alfred-François), chef des travaux au chemin de fer de grande Ceinture, rue Brochant, 29.
Heinrich (Jules), rue de Flandre, 108.
Helson (Charles), avenue Trudaine, 9.
Hély-d'Oissel (Paul-Frédéric), rue de Chaillot, 70.
Henderson (David-Marr), ingénieur en chef des douanes impériales chinoises, à Shang-Haï (Chine).
Hennaü (Théophile), administrateur des sucreries de l'Ouest, boulevard Haussmann, 27.
Henri-Lepaute fils (Édouard-Léon), horloger, rue La Fayette, 6.

MM. Henriet (Louis-Jean), ingénieur de la Compagnie des Docks de Saint-Ouen, rue de Chabrol, 28.

Henry (Jean-Edmond), rue du Poteau, 19.

Henry (Fernand), 9, rue Bergère.

Henry (René-Pierre-Jules-Marie), à Aron (Mayenne).

Herbet (Auguste), constructeur, rue de Vaugirard, 313.

Hermand (Jules-Ernest), avenue Ledru-Rollin, 28.

Hermary (Hippolyte-Albert-Joseph), agriculteur, à Moulle, par Saint-Omer (Pas-de-Calais).

Herpin (Louis), ingénieur des travaux neufs, rue Dadier, 6 *bis*, à Valenciennes (Nord).

Herpin (Henri-Félix), directeur de l'usine métallurgique de MM. Cristoffle et C^ie^, chemin de la Gare, à Saint-Denis (Seine).

Herscher (Charles-Georges), ✱, constructeur, rue du Chemin-Vert, 42.

Herscher (Ernest), constructeur, rue du Chemin-Vert, 42.

Hersent (H.), ✱, rue de Naples, 4.

Hervey-Picard (Paul-Philippe), architecte, rue de Rome, 74.

Hervier (Alfred-Charles), place Voltaire, 2.

Herwegh (Horace), directeur de la Société française de cire minérale et pétrole, rue de Clichy, 56 *bis*.

Hignette (Jules), ✱, boulevard Voltaire, 162.

Hinstin (Napoléon), boulevard de Strasbourg, 15.

Hirsch (Robert), inspecteur de la traction au chemin de fer du Nord, à Fives-Lille (Nord).

Honoré (Frédéric), directeur des établissements de la Risle, boulevard Saint-Germain, 238.

Houbigant (Octave), rue du Pin, 15, à Angers (Maine-et-Loire).

Houel (Jules-Gervais-Auguste), avenue Kléber, 28.

Houlbrat (Abel), rue de Rome, 63.

Houlon (Amédée-Joseph), rue du Bourg-Saint-Denis, 95, à Reims (Marne).

Hourier (Évariste), ✱, rue des Acacias, 20, aux Ternes.

Houssin (Jules-Clément), entrepreneur, à Marthon (Charente).

Hovine (Alfred), ✱ ✠, rue de Lyon, 61.

Hovine (Ernest), rue de Lyon, 61.

Huber (William), ✱ ✠, rue de Miroménil, 76.

Huber (Alcide-Louis-Joseph), ingénieur de la voie au chemin de fer du Nord, à Amiens (Somme).

Huber (Emile), ✱, à Sarreguemines (Lorraine).

Huet (Alfred), ✱, métallurgiste, rue de la Victoire, 46.

Huet (Paul-Jean), rue Madame, 25.

Hugon (Pierre), rue de Vaugirard, 165.

Huguenin (Jules), directeur des filatures et tissages de la maison Ritter et Rittmeyer, au Strazig, près Gorice, Illyrie (Autriche).

MM. Huguet (Auguste-Adrien), directeur de la Compagnie des chemins de fer de Barbezieux à Châteauneuf, rue Laugier, 44.
Humbert (Edmond), directeur général de la Compagnie française de Tramways, avenue de Messine, 7.
Hunebelle aîné (Jules), O. ✱, entrepreneur de travaux publics, rue de Solférino, 2.
Hutton (William), ingénieur en chef du chemin de fer Western, Lexington Street, 46, à Baltimore-Maryland (État-Unis).

I J

MM. Ibran (Jérôme), directeur des forges et hauts fourneaux de Mières, province de Oviedo (Espagne).
Imbach (Philippe), ingénieur, à Zurich (Suisse).
Imbert (Jean-Jules), ingénieur de la Compagnie du touage de Conflans à la mer, quai de Paris, 42, à Rouen (Seine-Inférieure).
Imbert (Agamemnon), constructeur, à Saint-Chamond (Loire).
Imbs (Alexis-Joseph-Albert), avenue de Wagram, 145.

MM. Jacqmin (François-Albert), à la gare de l'Est, place de Strasbourg.
Jacques (Jean-Nicolas), ingénieur, chef de division à la C^ie^ des Dombes, boulevard du Champ de Mars, 5, à Bourg (Ain).
Jagnaux (Raoul), boulevard Voltaire, 112.
Jalibert (Louis-Ferdinand), rue de Courcelles, 101.
Janicki (Stanislas), ✱ ✱ ✱ ✠ ✱, directeur de la Société de touage sur la Moskowa, à Moscou (Russie).
Jantot (Jacques-Édouard), de la maison Flécheux père et fils et Jantot, constructeurs, rue des Arts, 2, à Rouen (Seine-Inférieure).
Janzé (de) (Maxime), rue d'Amsterdam, 27.
Japy (Jules-Auguste-Wilhem), manufacturier, à Beaucourt (Haut-Rhin).
Jaubert (Léon), Observatoire populaire, au Palais du Trocadéro.
Jauge (Amédée), rue des Batignolles, 7.
Jaunet (Léon), rue Pajol, 10.
Javal (Ernest), ingénieur des mines, rue de Téhéran, 13.
Jeanson (Charles-Marie-Auguste), rue de Seine, 69.
Jequier (Henri-Jean), rue Denfert-Rochereau, 41.
Jeuffroy (Edmond-Romain), ingénieur, à Villar-Formoso près Castillo-Mendo (Portugal).

MM. JOANNIS (de) (Léon), ✱, chez MM. Ybarra, de Bilbao (Espagne).
JOLLY (César), ✱, constructeur à Argenteuil (Seine-et-Oise).
JOLY (de) (Théodore), boulevard Saint-Germain, 225 *bis*.
JOLY (Charles-Victor), ingénieur de la Société métallurgique de l'Ariège, à Tarascon (Ariège).
JOLY DE BAMMEVILLE (Albert-Maurice-Ferdinand), 27 *bis*, rue Cachelièvre, Rouen (Seine-Inférieure).
JOMIER (Jean-Henri), ingénieur aux forges de Romilly-sur-Andelle (Eure)
JONES (Hodgson), à la direction de l'Établissement des Eaux, rue du Bloc, 24, à Arras (Pas-de-Calais).
JONTE (Émile-Frédéric), ✱, directeur des forges de Franche-Comté, avenue Daumesnil, 116.
JORDAN (Samson), O. ✱ ✠, professeur de métallurgie à l'École centrale, boulevard Malesherbes, 122.
JORET (J.-Eugène-Edmond), directeur de la stéarinerie de la Comète, rue de la Briche, à Saint-Denis.
JOUBERT (Léon-Philippe), rue Pigalle, 46.
JOUFFRET (Maximin), à Bourg (Ain).
JOURDAIN (Maurice-Frédéric), ✱, boulevard Haussmann, 56.
JOURDAN (Émile-François), entrepreneur de travaux publics à l'Oued-Riou, département d'Oran (Algérie).
JOUSSELIN (Paul), ✱, quai du Marché-Neuf, 4.
JOUVE (Réné), rue Rochechouard, 69.
JOUVET (Ernest), boulevard Voltaire, 47.
JOYANT (Charles-Paul-Abel), ✱ O. ✱, rue La Bruyère, 19.
JUANMARTINENA (de) (José), à Renteria, province de Guipuzcoa (Espagne).
JUBÉCOURT (de) (Alexandre-Félix), à Digoin (Saône-et-Loire).
JUBECOURT (de) (Barthélemy), directeur de la fabrique de faïence et porcelaine, à Vaudrevange, par Sarrelouis (Prusse Rhénane).
JUBERT (Paul-Jacques), rue d'Aumale, 10.
JULLIEN (Paul-Maurice), rue de La Bruyère, 42.
JULLIN (Aimé), faubourg Saint-Denis, 146
JULLIOT (Henri-Albert), rue des Lions-Saint-Paul, 5.
JUNIEN (Marius), rue Nadizdinkia, 12, à Odessa (Russie).
JURY (Joseph), à Istres (Bouches-du-Rhône).
JURY (Antoine), ingénieur au chemin de fer d'Angoulême à Marmande, à Bergerac (Dordogne).

K

MM. KAPTEYN (Albert), ingénieur à la compagnie Westinghouse, Canal Road Kings Cross, à Londres (Angleterre).

KARASINSKI (Léon), constructeur de machines, rue Sienna, 2, Varsovie (Pologne).

KERN (Émile-Jean-Rodolphe), rue Gérando, 13.

KISLANSKI (Wladislas), ✠ ✠ ✠, directeur-gérant de la Société industrielle pour l'exploitation des ateliers de construction, à Varsovie (Pologne).

KNAB (Louis), directeur de l'usine métallurgique de Hussigny (Meurthe-et-Moselle).

KNIGHT (Jean-François), Société de construction des Batignolles, avenue du Trocadéro, 176.

KOCH (Louis-Adolphe), ingénieur des ponts et chaussées, à Nouméa (Nouvelle-Calédonie).

KOECHLIN (Émile), rue Michelet, 11.

KOMAR (Auguste-Ignace), chef de section au chemin de fer à Argentan (Orne).

KOMARNICKI (Sigismond), ingénieur, chef de la traction des chemins de fer de l'Etat, 1, place de la Redoute, à Buda-Pesth (Hongrie).

KOSSUTH (Louis-Théodore), chef du service du matériel et de la traction du chemin de fer de la Haute-Italie, à Turin (Italie).

KOWALSKI (Alfred-Marie), ✠, chef du service central au chemin de fer de Bone à Guelma (Algérie), rue de Rome, 77.

KRAFT (Jean), ✠, ingénieur en chef du service des machines à la Société Cockerill, à Seraing (Belgique).

KREGLINGER, 36, rue Marie de Bourgogne, à Bruxelles (Belgique).

KRONENBERG (Ladislas), à Varsovie (Pologne), et rue de Courcelles, 88, Paris.

KRÉMER (Philippe), constructeur, rue de Bourgogne, 50.

KRUPP (Alfred), O. ✠ C. ✠ ✠ ✠ ✠ ✠, à Essen (Prusse).

L

MM. LABORDE (Auguste-Jules), à la sucrerie de Montdidier (Somme).

LABORIE (de) (Alexandre), ✠ ✠, rue de Rennes, 78.

LABORIETTE (de) (Exbrayat-Jules-Aimé), boulevard St-Germain, 194.

LABOULAYE (Charles), ✠, rue de Madame, 60.

LABOUVERIE (Prosper), à Bouillon, province de Luxembourg (Belgique).

MM. Lacretelle (Claude-Étienne), à Bois d'Oingts (Rhône)
Lacroix (Antoine), chimiste à Valenciennes (Nord).
Lacroze (Jules), rue de la Chaussée d'Antin, 8.
Laferrère (Jean), ingénieur aux chemins de fer du Sud-Est, rue des Archers, 1, à Lyon (Rhône).
Lafon (Adrien), à Mazamet (Tarn).
Laforestrie (Joseph-Marie-Léon), ingénieur du gouvernement haïtien, à Port-au-Prince (Haïti), rue de la Victoire, 68.
Lagard (Léopold-Léonce), ingénieur du chemin de fer des Vaux à Frejus (Var).
Lainé (Armand), fondeur, rue du Faubourg du Temple, 59.
Lainé (Édouard-Louis-Armand), fondeur, place des Vosges, 13.
Laligant (Paul), fabricant de papiers, à Maresquel, par Campagne-lès-Hesdin (Pas-de-Calais).
Lalo, rue Saint-André des Arts, 45.
Lambert (Léon-Arthus), fabricant de sucre, à Toury (Eure-et-Loir).
Lambert (Henri-Augustin-Alphonse), ✱, rua da Cruz de Pau, 20, à Lisbonne (Portugal).
Lamboi (Joseph-Pierre-Gaston), rue Schaeffer, 7, à Passy.
Laming (Joseph-Mowbray), ✱, rue du Cherche-Midi, 64.
Lancel (Augustin-Jules), ingénieur de la voie, à Tergnier (Aisne).
Landry (Louis-Pierre), boulevard Contrescarpe, 32 *bis*.
Lenglé Beaumanoir (de), (Raoul-Louis-Joseph), rue de la Bienfaisance, 46.
Langlois (Auguste), rue de Rome, 60.
Langlois (Charles), rue de Rocroi, 7.
Langlois (Ernest-Hippolyte), directeur gérant de l'Institut d'arts et métiers, à Fermo (Italie).
Lanier (Georges-Gabriel), 94, rue de Paris, à Épinay (Seine).
Lantin (Maurice), tisseur de laines, rue Bergère, 26.
Lantrac (Eug.-Adolphe), ✱, avenue Joséphine, 39.
Laprade (Xavier), au Creusot (Saône-et-Loire).
Lara Ordonez (de) (Alfred), à Marchienne-au-Pont (Belgique).
La Roche-Joubert (Alexandre-Gabriel), ingénieur à Nersac (Charente).
Larochette (de) (Jérôme), ✱, associé gérant de la Compagnie des hauts fourneaux et fonderies de Givors, cours du Midi, 11, à Lyon (Rhône).
Larrue (Louis), rue Royale, 21.
Larsen (Georges-Daniel), C° Finlay Mouir (Calcutta.)
Lartigue (Henri), ✱, rue Neuve des Petits-Champs, 66.
Lartigue (Charles), O. ✠ ✱, ingénieur, à Madrid (Espagne).
La Salle (Auguste), à Kriens, près Lucerne (Suisse).

MM. Lasne (Henri-Pierre), quai de Javel, 83.
Lasseron (Charles), rue Franklin, 25.
Lasson (Alphonse), faubourg Saint-Martin, 12.
Lathuillière (Jean-Claude), constructeur, au Bouscat, à Bordeaux (Gironde).
Lathoud (Paul-Jean-Marie), au Bourget du Lac (Savoie).
Latour (Jacques-Henri-René), boulevard Magenta, 136.
Laubret (Marius-Victor), avenue de Tourville, 25.
Launoy (Louis-Ernest), rue du Canal-Saint-Martin, 18 et 22.
Laurens (Camille), ✻, rue Taitbout, 82.
Laurent (Lambert), rue d'Alger, 7, au Mans (Sarthe).
Laurent (Albert-Pierre-Laurent), chef des ateliers du chemin de fer du Midi, rue de la Gare Saint-Jean, à Bordeaux (Gironde).
La Vallée (de) Poussin (Oscar-Gustave), ingénieur en chef de la Compagnie des Eaux, place Vendôme, 16.
Lavallette (Taucrède-Auguste de), rue de Chateaudun, 42.
Lavalley, O. ✻ C. ✠, manoir de Bois-Thillard, par Pont-l'Évêque (Calvados).
Laveissière (Émile-Jean), ✻, rue de la Verrerie, 58.
Lavezzari (Émile), ✻, rue Boursault, 1.
Lebargy, ingénieur de la voie, à Amiens (Somme).
Lebel (Gaston-Jules), directeur de la tuilerie de Montchanin-les-Mines (Saône-et-Loire).
Leblanc (Félix), ✻, professeur à l'École centrale, vérificateur du gaz de la ville de Paris, rue de la Vieille-Estrapade, 9.
Le Blond (Camille), chef du bureau des Études des chemins de fer de la Beira Alta, Santa Combadaõ, Lisbonne (Portugal).
Lebon (Eugène), ✻ C ✠, rue de Londres, 26.
Le Brun (Louis-Gabriel), constructeur-mécanicien, à Creil (Oise) et à Paris, rue de Belzunce, 6.
Le Brun (Raymond-Louis), ✠, ingénieur en chef du chemin de fer et du port, Saint-Denis (Réunion).
Lecellier (Charles-Victor), rue de Trévise, 44.
Lecherf, ingénieur au chemin de fer, à Etterbeck (Belgique).
Léclanché (Georges), fabricant d'appareils télégraphiques, rue de Laval, 9.
Le Cler (Achille), ✻, directeur de la Société des polders de Bouin (Vendée), rue Bonaparte, 47.
Leclerc (Émile), ✻, rue Lemercier, 32, aux Batignolles.
Lecœuvre (Paul), ✻ ✻ ✻ ✠, boulevard Voltaire, 62.
Lecocq (Édouard), chef de bureau du service technique à la Cie du Midi (Direction), rue de Rome, 127.
Lecointe (Gustave-Eugène-Alphonse), à Saint-Chély (Lozère).
Lecorbeiller (Georges-G.), impasse d'Amsterdam, 4.

MM. Le Cordier (Léon), ingénieur administrateur délégué de la Société des tramways dallés et voitures à vapeur, rue Pergolèse, 48.

Lecouteux (Nicolas-Hippolyte), rue Oberkampf, 74.

Ledeuil (Stéphane), constructeur, rue Mechain, 13.

Lefrançois (Eugène), rue Boissière, 19.

Legat (Mathurin-Désiré), rue de Châlons, 42.

Legavrian (Paul-Floride), boulevard de la Liberté, 133, à Lille (Nord).

Legenisel (Hippolyte-Arthur), fabricant de fonte malléable, passage Vaucouleurs, 28.

Léger (Jean-Pierre-Alfred), rue Boissac, 9, à Lyon (Rhône).

Le Granché (Gustave-Marie), Boulevard Magenta, 158.

Legrand (Charles), ingénieur en chef de la Société des chemins de fer de l'État belge, rue de Locht, 103, à Bruxelles (Belgique).

Legris (Édouard), constructeur de machines, à Maromme (Seine-Inférieure).

Lejeune (Charles-Émile), ✱, directeur de l'exploitation au chemin de fer d'Orléans à Châlons, rue de Turin, 33.

Le Laurin (Jules), rue d'Assas, 11.

Leloarain (Karl), directeur de la fabrique de caoutchouc de MM. Guibal et Cie, rue Nationale, 35, à Ivry-sur-Seine.

Leloup (Joseph-Benoît), fabricant de sucre, à Arras (Pas-de-Calais).

Leloutre (Georges), avenue des Gobelins, 33.

Lemaréchal (Dieudonné-Jules), lamineur de métaux, rue Chapon, 3.

Lemasson (Cyrille), O. ✱, ingénieur en chef de la Compagnie du canal de Suez, à Ismaïlia (Égypte).

Lemoine (Louis), fabricant de ressorts et essieux, boulevard Voltaire. 1.

Lemoine (Émile-Michel), rue du Cherche-Midi, 55.

Lemoinne (Lucien), ✱, directeur de l'Asile national de Vincennes, à Saint-Maurice (Seine).

Lemonnier (Paul), aux forges de Terre-Noire (Loire).

Lemonnier (Paul-Hippolyte), avenue de Suffren, 26.

Léon (Antoine), boulevard Diderot, 20.

Léon (Louis-Cyrille), boulevard de Bercy, 13.

Lencauchez, boulevard Magenta, 156.

Leneveu (Ernest), chaussée Madeleine, 41, à Nantes (Loire-Inférieure).

Lenicque (Henri), ingénieur directeur de la fabrique de matières colorantes, rue du Pont, 11, à Suresnes (Seine).

Le Page (Adrien-Frédéric), rue de Berri, 24.

Lepany (Georges), ✱, rue Saint-Honoré, 374.

MM. Lepeudry (Paul-Noël), rue Fontaine-Saint-Georges, 34.
Leprince (Alexandre), ingénieur hydraulicien, rue de la Loi, 7, à Mulhouse (Alsace).
Leprince-Ringuet (Paul-Émile), rue La Fayette, 118.
Leprou (Théophile-Alphonse), ingénieur, rue de Rivoli, 80.
Lequeux (Paul-Victor-Pierre-Louis), directeur des fonderies de Romilly-sur-Andelle (Eure).
Leroide (Georges-Louis), quai de Gèvres, 6.
Le Roy (Amable), ✱, faubourg Saint-Denis, 157.
Le Roy Desclosages (Raoul-Charles), à Champigny-sur-Marne (Seine).
Lesauvage (Jean-Baptiste), rue Duhamel, 21, à Lyon (Rhône).
Lescasse (Jules), architecte, ingénieur des constructions civiles à Nagata Tcho Itchomé, n° 12, à Tokio (Japon).
Leseur (Léon-Henri), 16, boulevard du Petit-Cours, à Nimes (Gard).
Lesueur (Georges), entrepreneur de travaux publics, à Philippeville (Algérie).
Lespermont (Louis-Joseph-Amédée), boulevard de Sébastopol, 9.
Letalle (Paul), rue du Centre, 7.
Letellier (Antoine-Émile), rue Saint-Vincent de Paul, 7.
Letestu, fabricant de pompes, rue du Temple, 118.
Létrange (Léon), fondeur, lamineur et maître de forges, rue des Vieilles-Haudriettes, 1.
Leullier (Louis-Bernard-Honoré), architecte de la ville d'Amiens (Somme).
Levassor (Émile-Constant), chez MM. Périn et Cie, avenue d'Ivry, 19.
Level (Émile), ✱, boulevard Pereire, 100.
Lévêque (Alfred-Emmanuel-Louis), ingénieur, chez M. Henri Clément, cours Lieutaud, 77, à Marseille (Bouches-du-Rhône).
Lévèque (Joseph), ingénieur, associé de la maison Bellefroid et Lévêque, constructeur, à Herstal-lès-Liège (Belgique).
Lévesque (Jules-César-Antoine), rue Galvani, 17.
Lévi (Georges), rue du Château d'Eau, 38.
Lévi-Alvarès (Albert), ✱, O. ✱ C. ✱, rue de Lisbonne, 20.
Leygue (Léon), ingénieur au chemin de fer de Clermont à Tulle, à Ussel (Corrèze).
Lhermitte (Alexandre), ingénieur, 208, rue du Faubourg-Saint-Martin.
Lhomme (Paul-Émile), directeur des usines et hauts fourneaux de Redon, à Redon (Ille-et-Vilaine).
Liébaut (Arthur), ✱, route d'Aubervilliers, 50, à Pantin.
Lignières-Lenfumé (de) (Jules-Adolphe), à Trilbardou, par Esbly (Seine-et-Marne).
Limet (Hippolyte), ✱, fabricant de limes, à Cosne (Nièvre).

MM. Ling (Christian), Compagnie de Fivés-Lille, rue Greuze, 29.
Lippmann (Édouard), entrepreneur de sondages, rue de Chabrol, 51.
Litschfousse (Léon), ✱ ✠, calle de las Hiléras, 17, à Madrid (Espagne).
L'Lamas (Emmanuel-Joseph-Eugène), rue Monsieur le Prince, 2.
Lockert (Louis-Victor), O. ✠, quai de Béthune, 34.
Loiseau (Adolphe), rue Rivay, 34, à Levallois (Seine).
Loiseau (Désiré), raffineur, rue de l'Ourcq, 57.
Lombard-Gérin (Pierre-Barthélemy-Louis), rue de l'Arbre-Sec, 18, à Lyon (Rhône).
Lommel (Thomas-Georges), directeur de la Compagnie du Simplon, à Lausanne (Suisse).
Londen (H Jalmar), à Helsingfors en Finlande.
Longraire (Léopold-François), ✱ ✠, à Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).
Lopez-Bustamente (Francisco), G. ✠, ingénieur en chef de la construction du chemin de fer de Mérida à Séville, rue Fabiola, 26, à Séville (Espagne).
Loreau (Alfred-Isidore), constructeur, à Briare (Loiret).
Loriol (de) (Louis), rue Centrale, 46, à Lyon (Rhône).
Lotz-Brissonneau (Alphonse-François), constructeur à Nantes (Loire-Inférieure).
Loubery (César-René), ingénieur, à Levallois-Perret (Seine).
Loustau (Gustave), ✠ ✱ ✠ ✱ ✠, rue des Béguines, 4, à Crépy en Valois (Oise).
Love (Georges-Henri), ✠, avenue de Villiers, 69.
Love (Henry), au Creuzot (Saône-et-Loire).
Lowe (John-Edgar), 2, Laurence Pountney hill Londres E. C. (Angleterre).
Lucas (Charles-Louis-Achille), boulevard Denain, 8.

M

MM. Macherez (Alfred), rue de Grenelle-Saint-Germain, 172.
Madelaine (Édouard), à Saintes (Charente-Inférieure).
Maegherman (Anatole-Victor), directeur général des chemins de fer Andalous, station de Malaga (Espagne).
Mair (J. Georges), directeur de la maison Simpson et C^ie^, Carlyle Square, Londres S. W.
Maire (Armand), rue de la Bienfaisance, 10.
Maisonneuve (Émilien-François), inspecteur de l'exploitation des chemins de fer de l'État, rue Gresset, 6, à Nantes (Loire-Infér^e^.)

MM. MALDANT (Eugène-Charles), installation de travaux pour gaz et eaux, rue d'Armaillé, 21 et 23, aux Ternes.
MALLET (Anatole), rue de La Rochefoucauld, 30.
MALLET (Paul-Alfred), boulevard de la Villette, 54.
MALLEZ (Albert-Henri), entrepreneur de travaux publics, à Denain (Nord).
MALLIÉ (Jules), avenue des Amandiers, 7.
MALLISSARD (Paul), chez M. Taza Villain, constructeur, à Anzin (Nord).
MALO (Léon), ✱, directeur des mines de Seyssel, à Pyrimont-Seyssel (Ain).
MANBY (Charles), ✱ C. ✠ ✱ ✠, 9, Victoria Chambers, Westminster S. W. Londres (Angleterre).
MANÈS (Julien), directeur de l'École supérieure de Commerce de Bordeaux, rue Judaïque, 20, à Bordeaux (Gironde).
MANGINI (Félix), ✱, rue des Archers, 1, à Lyon (Rhône).
MANGINI (Lucien), rue des Archers, 1, à Lyon (Rhône).
MANOURY (Henri-Armand-Joseph), rue Lafayette, 85.
MANTEGAZZA (Saül), Via Gesu, 15, à Milan (Italie).
MARCHAL (Victor), rue du Cherche-Midi, 108 *bis*.
MARCHÉ (Eugène-Ernest), ✱ C. ✠, rue Blanche, 53.
MARCO MARTINEZ (Agapito), C. ✠ ✱ ✠, ingénieur du contrôle de l'État près du chemin de fer du Nord de l'Espagne, Libertad, 29, à Valladolid (Espagne).
MARDELET (Charles), faubourg Saint-Denis, 160.
MARÉCHAL (Alfred), ✱, rue de Turin, 14.
MARÉCHAUX, fils (Marie-Antoine-Arthur), à Montmorillon (Vienne).
MARÈS (Pierre-Louis-Henri), ✱, agriculteur, à Montpellier (Hérault).
MARIN (Paul) filateur, à Bühl, près Guebwiller (Alsace).
MARINDAZ (Jules-Charles), rue Laffitte, 47.
MARLAND (Joseph), à Aubenas (Ardèche).
MARLE (Paul), à Montceau les Mines (Saône-et-Loire).
MAROQUIN (Alfred), à Couillet (Belgique).
MARSAUX (Anatole-Victor), rue Taitbout, 80.
MARSILLON (Jean), ✱, ingénieur principal, à Vesoul (Haute-Saône).
MARSILLON (Léon), boulevard Haussmann, 80.
MARTENOT, ✱, à Ancy le Franc (Yonne).
MARTIN (Charles), directeur d'une fabrique de produits pharmaceutiques, avenue Victoria, 24.
MARTIN (Charles-Ernest), rue de Montreuil, 26, Pantin (Seine).
MARTIN (Louis), ✱, ingénieur en chef du chemin de fer de Vincennes, boulevard Beaumarchais, 54.
MARTIN (Charles-William), avenue Hoche, 13.
MARTIN (Eugène-Arsène), rue de Condé, 44, à Valenciennes (Nord).
MASSÉ (Alexandre), rue de la Feuillade, 3.

MM. Masselin (Armand), rue de Vaugirard, 372.
Massicard (Émile-Alexandre-Joseph), rue des Dames, 41.
Masson (Georges), impasse de l'Astrolabe, 11, à Vaugirard.
Masure (Gustave), directeur de la Société de construction de chemins de fer, rue du Nord, 56, à Bruxelles (Belgique).
Mathelin (Joseph-Edouard), directeur de la compagnie de Fives-Lille, à Fives-Lille (Nord).
Mathias (Félix), O. ✠ O. ✠ ✠ ✠ ✠, rue de Dunkerque, 20.
Mathias (Ferdinand), ✠ ✠, à Lille (Nord).
Mathieu (Henri), O. ✠, rue Las-Cases, 26.
Mathieu (Ferdinand), O. ✠, rue de Provence, 56.
Mathieu (Maurice), inspecteur de la traction des chemins de fer du Nord de l'Espagne, à Zaragoza (Espagne).
Matthiessen (James-Adolphe), rue Corvisart, 14.
Mauger (Lucien), ingénieur de la compagnie Dalifol, 57, boulevard Montparnasse.
Mauget (Jean-Aristide), ✠, à Vimont (Calvados).
Mauguin (Pierre-Étienne), rue Taitbout, 80.
Maure (Edmond), avenue Percier, 10.
Maury (Arthur-Nicolas), hôtel de la Poste, à Airolo, canton du Tessin (Suisse).
Maus (Georges), chaussée de Warre, 79, à Bruxelles (Belgique).
Max-Lyon, rue de La Bœtie, 09.
Maxwell Lyte (Farnham), 6, cité de Retiro, faubourg St.-Honoré.
Mayer (Ernest), O. ✠, rue Moncey, 9.
Mazurkiewicz (Ladislas-Casimir), rue de la Victoire, 40.
Mehrmann (Auguste-Albert), chef des ateliers de la Compagnie des chemins de fer de l'Est, rue Pajol, 22.
Meissirel (Henri-François-Maurice), à la verrerie de Bayel, près Bar-sur-Aube (Aube).
Mékarski (Louis), rue du Havre, 6.
Mélin (Jules-Léon), rue Louvois, 6.
Méliton (Martin), ingénieur, calle San-Bernardo, n° 1, à Madrid (Espagne).
Melon (Jacques-Edouard), à l'Usine à gaz, Madrid (Espagne).
Ménager (Eug.-Benj.-Antoine), rue Singer, 10, Passy.
Mencière (Jean-Baptiste), à Coutras (Gironde).
Mendiola (Ignace), rue Gluck, 2.
Mensier (Alphonse-Eugène), ✠, ingénieur de la traction des chemins de fer de l'Est, rue de Strasbourg.
Méraux (Gustave-Louis), rue de Chabrol, 36.
Mercier (Auguste), chimiste de la Compagnie du chemin de fer de Lyon, à la gare de Paris, boulevard Mazas.
Mercier (Théophile-Auguste), sous-ingénieur de la voie au chemin de fer du Nord de l'Espagne, Claudio Coello, 2, à Madrid (Espagne).

MM. Mercier (Louis-Gustave), n° 9, Volksgartenstrasse, à Vienne (Autriche).

Merkl (de) (Jean), aux Usines de Witkowitz, en Moravie (Autriche).

Merle d'Aubigné (Emile), Directeur des Eaux, Machine hydraulique, Genève (Suisse).

Mesdach (Louis-Charles-Marie), ✱ C. ✠ ✱ ✱, rue de Rivoli, 240.

Mesmer, ✱, à Graffenstaden (Alsace).

Mesnard (Auguste), ingénieur des ateliers de la maison Cail, rue de l'Université, 183.

Métivier (Raymond), architecte en chef du département du Gers, à Auch (Gers).

Mettey (Frédéric-Louis), rue Pajol, 29.

Meuron (Alfred de), Constructeur d'appareils électriques, à Genève (Suisse).

Meyer (Adolphe), rue Caroline, 5.

Meyer (Henri), rue de la Verrerie, 58.

Meyrueis (Jules-André), 6 *bis*, rue de la Terrasse.

Mianne (Gabriel-Antoine), chef de division au chemin de La Cluse à Bellegarde, à Saint-Germain de Joux par Bellegarde (Ain).

Michalowski (Léon), ingénieur, rue de Rome, 147.

Michau (Georges), rue de Turenne, 1.

Michaud (Edmond), fabricant de savons, rue de Pantin, 48, à Aubervilliers (Seine).

Michaud (Jules), rue d'Assas, 96.

Michaux (Félix), entrepreneur de travaux publics, rue d'Enfer-Rochereau, 47.

Michel (Alphonse), rue des Jacobins, 17, à Beauvais (Oise).

Michelet (Émile), boulevard de Courcelles, 50.

Mignon, ✱, constructeur, boulevard Voltaire, 137.

Mignot (Georges), rue Saint-Maur, 74.

Millet (Félix-Théodore), à Persan (Seine-et-Oise).

Millet (Jules-Auguste-François), gérant de la sucrerie à Masnières (Nord).

Mirecki (Antoni-Slavomir), rue de l'Église, 6, à Enghien (Seine-et-Oise).

Miston (Réné), 30, rue de Maubeuge.

Mitchell (William), ✱ ✱ ✠, rue Guichard, 3, à Passy.

Moerath (Jean-Népomucène), ✱, ingénieur, Piazza Claudio, 50, à Rome (Italie).

Mohr (H. Gruson), Buckau-Magdebourg (Allemagne).

Moisant (Armand), ✱, constructeur, boulevard de Vaugirard, 20.

Molin (de) (Georges-Henri), avenue de Belle-Roche, 1, à Lausanne (Suisse).

Molinos (Léon-Isidore), ✱, rue Flachat, 9.

MM. Moll (Henri), route de Toulouse, 144, à Bordeaux (Gironde).
Mollard, rue de l'Écluse, 17.
Mollet-Fontaine (Joseph-Charles-Firmin), constructeur, à la Madeleine-lez-Lille (Nord).
Monard (Charles), rue Cail, 23.
Moncharmont (Paul), inspecteur du matériel des voies au chemin de fer du Nord, rue Lafayette, 149.
Monchot (Charles), ingénieur aux mines de Passagem, Ouro Preto Minas (Brésil).
Mondollot (Auguste-Adrien), ingénieur-constructeur, 72, rue du Château d'Eau.
Monfray (Albert), filateur, à Deville-lez-Rouen (Seine-Inférieure).
Mongolfier (de) (Charles-Henri-Marie), sous-directeur des papeteries de la Haye des Cartes, à la Haye des Cartes (Indre-et-Loire).
Monin (Charles), attaché à la maison Rouffet, constructeur, rue Saint-Ambroise, 33.
Monjean (Edgar), boulevard des Batignolles, 47.
Monnier (Démétrius), rue Pigalle, 57.
Monnot (Paul-Charles), rue Saint-Placide, 60.
Montandon (Henry-Léon), rue d'Amsterdam, 71.
Montel (François), ingénieur aux usines de Fourchambault, hôtel de l'Europe, à Lisbonne (Portugal).
Montigny (François), avenue Daumesnil, 76.
Montouan (André) ✲, ingénieur de la traction en gare, à Rennes (Ille-et-Vilaine).
Montupet (Antonin), boulevard Soult, 28.
Mony (Stéphane), O ✲, à Commentry (Allier).
Morandiere (Jules-Raoul), ingénieur des études du matériel et de la traction des chemins de fer de l'Ouest, Grande-Rue de Passy, 76.
Moreau (Albert), rue de Seine, 6.
Moreau (Émile), rue de la Tour, 16, à Bordeaux (Gironde).
Moreau (Auguste-François-Xavier), boulevard Voltaire, 113.
Moreau (Henri-Georges), constructeur, rue Chaudron, 24.
Moreaux (Félix) ✲ ✠ ✲ G. ✲ ✲ ✲, rue de Ponthieu, 1.
Morel (Frédéric-Henri), directeur du matériel naval de la Compagnie des bateaux à hélice du Nord, à Dunkerque (Nord).
Morelle (Albert-Adhémar), boulevard Magenta, 141.
Morice (Pierre-Marie), ✲, ingénieur du service de la voie, à Hazebrouck (Nord).
Mors (Louis), rue Saint-Martin, 4 *bis*.
Mouchelet (Émile), ✲, rue Clapeyron, 19.
Moulin (Hippolyte-Marcel), filateur, à Louviers (Eure).
Mulat (Pierre-Alexandre), ✲, aux Verreries de Fourmies (Nord).

MM. Muller (Émile), O. ✱, professeur à l'École centrale, rue des Martyrs, 19.

Muralt (de) (Léon-Alexandre-Amédée), administrateur de la Compagnie de la Suisse occidentale, à Berne (Suisse).

N

MM. Nabielak (Séverin-Alfred-Louis), rue Oberkampf, 6.

Nansouty (Champion de) (Max-Charles-Emmanuel), ingénieur aux distilleries de pétrole, Pantin (Seine).

Nancy (Alfred), rue du Cheval-Blanc, 13, à Chartres (Eure-et-Loir).

Naranzo de la Gazza (Henri), ingénieur des mines, à Linares, province de Jaen (Espagne).

Néry (Hugues-Louis), rue de Douai, 56.

Neveu (Auguste), fabricant de glucose, Rueil (Seine-et-Oise).

Niaudet (Alfred), rue de Seine, 6.

Nillus (Albert-Emmanuel), rue de Vienne, 16.

Nizet (Charles), rue de Rennes, 89.

Nobel (Alfred), avenue Malakoff, 53.

Noel (Charles-Ernest), fabricant de sulfate d'alumine, aluns et sel d'alumine, à Noyon (Oise).

Noblot (Adolphe-Jean-Louis) ✱, filateur à Héricourt (Haute-Saône).

Noisette, ✱, rue des Poissonniers, 32, à la Chapelle.

Nordling (Wilhelm), 6, Hegel-Gasse, ✱ ✱ ✱ G. O. ✱, à Vienne (Autriche).

Normand (Benjamin), ✱, constructeur, rue des Marettes, 119, à Sotteville-lez-Rouen (Seine-Inférieure).

Normand (Jacques-Augustin), constructeur, 67, rue du Perrey, au Havre (Seine-Inférieure).

Nougaret (Jean-Joseph), rue Fossés-Saint-Georges, 30, à Tours (Indre-et-Loire).

Nousse (Ernest), à Cercanceaux, près Souppes (Seine-et-Marne).

Noyer (Alexandre), boulevard de la Gare, 41.

O

MM. Odier (Octave-Albert), ingénieur de la ville, à Genève (Suisse).

Ogier (Louis), directeur de la fabrique de caoutchouc, Hutchinson et Cie, à Langlée, près Montargis (Loiret).

Olive (Joseph-Armand), rue Mosnier, 2.

Olivier (Marius-Arthur), boulevard Malesherbes, 97.

MM. Ollivier (Achille), boulevard Beaumarchais, 51.
Oriolle (Paul), rue Crébillon, 2, à Nantes (Loire-Inférieure).
Orsat (Louis-Hengist), ✱ ✠ rue de Paris, 59, à Clichy (Seine).
Orsatti (Camille), O. ✱ ✱, rue Neuve des Petits-Champs, 38.
Ory (Paul-Étienne), rue Rochechouart, 47.
Osmond (Floris), aux Usines du Creuzot (Saône-et-Loire).
Oughterson (George-Blake), 2, Fairlaw-Villas-Grange-Road Ealing London, W. W.
Ozanne (Alexandre), ingénieur des travaux de l'État, à Condom (Gers).

P

MM. Pangyet (Woonmin), à Mandalay, Upper Burmah, viâ Brindisi.
Panhard (René), constructeur de machines-outils, rue Royale Saint-Honoré, 5.
Palotte (Émile) fils, sénateur, rue Taitbout, 9.
Parent (Félix-Victor-Philippe), directeur des mines de Castille Barruelo, Palencia (Espagne).
Parent (Louis-Alexandre), avenue de Villiers, 86.
Paris, (A.-D.) jeune, boulevard Voltaire, 116.
Parisse (Eugène), rue Fontaine-au-Roi, 49.
Parlier (Jean-Louis-Édouard), rue de Châteaudun, 15.
Pascal (Roch-Georges), sous-ingénieur de l'atelier central au chemin de fer du Nord, rue de l'Abbaye, 14. Ile-Saint-Denis (Seine).
Pascal (de) (Louis-Henri-Marie), rue de Lyon, 73, à Lyon (Rhône).
Pasquier (Ferdinand-Philippe-Adolphe), rue de Naples, 39.
Passelecq (Vital-Albéric), directeur des Charbonnages de Ciply, près Mons (Belgique).
Pastor (Gustave), directeur des aciéries du Rhin, à Ruhrors (Prusse-Rhénane).
Pauchon (Joseph-Gustave), directeur de la papeterie de Dieppe, à Dieppe (Seine-Inférieure).
Paul (Ernest), ingénieur en chef du matériel et de la traction aux chemins de fer Andalous à Malaga (Espagne).
Paul (Pierre-Étienne), route de Fougères, 88, à Rennes (Ille-et-Vilaine).
Paul-Dubos (Antoine), rue de Clichy, 67.
Paur (Henri), à Zurich (Suisse).
Peignot (Gustave-Charles), fondeur en caractères, boulevard de Montrouge, 68.
Pélegrin (Henri-Auguste), directeur de l'usine à gaz, à Malaga (Espagne).

MM. PÉLEGRY (Maurice), ingénieur, 40, place des Carmes, à Toulouse (Haute-Garonne).

PÉLIGOT (Henri), rue Saint-Lazare, 43.

PENY (Edmond-Philippe), ingénieur et secrétaire général des Sociétés charbonnières de Mariemont et Bascoup, à Morlanwelz (Belgique).

PEREIRE (Eugène), ✱ O. ✱ ✱, faubourg Saint-Honoré, 45.

PEREIRE (Émile) fils, rue Murillo, 8.

PEREIRE (Henri), rue de la Ville l'Évêque, 32.

PERRET (Michel), administrateur de la C^ie^ des Glaces et Produits chimiques de Saint-Gobain, Chauny et Cirey, à Tullins (Isère).

PÉRIGNON (Eugène), O. ✱, faubourg Saint-Honoré, 105.

PÉRISSÉ (Jean-Sylvain), rue de Rome, 77.

PÉRISSIN (Alexandre-Emmanuel), rue de Cormeille, 25, à Levallois-Perret (Seine).

PERNOLET (Arthur), avenue de l'Opéra, 10.

PERRAULT (Auguste-Étienne), ✱, Passage des Eaux, 4, à Passy.

PESARO (Jules), 29, rue Torino, à Milan (Italie).

PETIET (Marie-André), rue du Faubourg-Poissonnière, 110.

PETIN, O. ✱, maître de forges, à Rive de Gier (Loire).

PETIT (François-Pierre-G.), manufacturier à Louviers (Eure).

PETIT (Emile-Charles), fabricant de papiers, rue des Minimes, à Roanne (Loire), et rue d'Édimbourg, 30, à Paris.

PETIT (Germain-Félix-Amédée), rue Lafayette, 110.

PETIT (Lucien), boulevard Contrescarpe, 32 *bis*.

PETITJEAN, rue de Bruxelles, 13.

PETRE, boulevard de Latour-Maubourg, 15.

PETTIT (Marie-Gabriel-Édouard), chef de section principal, à Draguignan (Var).

PHILIPPON (Marie-Antoine-Camille-Ernest), rue de Dunkerque, 21.

PIARRON DE MONDÉSIR (Émile-Siméon), ✱, avenue de Neuilly, 173, à Neuilly-sur-Seine.

PICARD (Firmin), ✱ C. ✱ ✱, entrepreneur de travaux publics, place Vendôme, 12.

PICHAULT (Stéphane), chef de section du matériel des chemins de fer de la Société de John Cockerill, quai de l'Espérance, 21, à Seraing (Belgique).

PICK (Gaston), entrepreneur de la Compagnie Parisienne du gaz, rue de Lille, 19.

PICKERING (Thomas-Richard), ✱, Portland Connecticut (États-Unis).

PICTET (Raoul), professeur à l'Université, Genève (Suisse).

PIEDBŒUF, administrateur-gérant des établissements Piedbœuf, à Dusseldorf (Prusse).

PIERRE (Antoine), à Remiremont (Vosges).

PIERRON, ✱, rue des Batignolles, 43, aux Batignolles.

MM. Piet (Jules), appareils de chauffage et de ventilation, rue de Chabrol, 33.

Pifre (Marc-Abel), 24, rue d'Assas.

Pihet (Auguste) fils, ✱, constructeur de machines, rue Neuve-Popincourt, 8.

Pillichody (Arnault), constructeur, rue de Hambourg, 12.

Pinat (Anatole), ingénieur des hauts fourneaux et forges d'Allevard (Isère).

Pinart (Alfred), rue de Babylone, 10.

Piquet (Alfonse), C. ✠ C. ✱ ✠, 5, plaza de Isabel, à Madrid (Espagne).

Pirot (Léopold), 62, rue Saint-Josse-Tenoode de Verbœckhaven, à Bruxelles (Belgique).

Pischof (de) (Alfred), ingénieur de la Société de construction des Batignolles, à Souk-Ahras, par Bone (Algérie).

Place (de) (Henri), directeur de la Compagnie des houillères de Rochebelle, à Alais (Gard).

Plainemaison (Édouard), C. ✱, ingénieur du matériel et de la traction aux chemins de fer du Nord de l'Espagne, calle Mendizabal, 6, à Valladolid (Espagne).

Planche (Jules), ingénieur des aciéries d'Imphy (Nièvre).

Plazolles (Eugène), ingénieur, à Porto Allègre (Brésil).

Plocq (Ernest), inspecteur chargé de l'exploitation des chemins de fer d'Achiet à Bapaume et de Boisleux à Marquion, place des États, 4, à Arras (Pas-de-Calais).

Poillon (Louis-Marie), constructeur de machines, boulevard Montparnasse, 158.

Poiret (Émile), au Mans (Sarthe).

Poisat (Georges-Auguste-Michel), directeur de la raffinerie de pétrole, à Bègles (Gironde).

Poliakoff (Lazare), ✠, 4, quai Anglais, à Saint-Pétersbourg (Russie).

Pollet (Henri), à Alcanices, province de Zamora (Espagne), et rue Chabrol, 40. Paris.

Polonceau (Ernest-Gustave), ✱ O. ✠, directeur du matériel et de la traction de la Société autrichienne I.-R.-P. des chemins de fer de l'État, Schwarzenberg strasse, 17, à Vienne (Autriche).

Pommier (Emile-Jean-Baptiste), rue Jouffroy, 18.

Pompon (Henri), chef de service de l'entreprise générale de la construction de la ligne de Tours à Loches (Indre-et-Loire).

Poncelet (Antoine), ✱ G. O. ✠ C. O, rue Monsigny, 3.

Poncin (Frédéric), directeur de la Cie du gaz de Rouen (Seine-Inférieure).

Ponsard (Auguste), O. ✠, rue de Hambourg, 12.

Ponselle (Georges-Nicolas-Eugène), rue de Provence, 62.

MM. Pontzen (Ernest), ✱ ✱, rue de Castellane, 4.
Porte (Napoléon-Cyprien), ingénieur de la Société des ciments de Valbonnais, rue de Vaugirard, 28.
Portevin (Hippolyte), rue de la Belle-Image, 2, Reims (Marne).
Pothier (Francis), administrateur de plusieurs sociétés de Mines, rue de Penthièvre, 6.
Potier de la Berthellière (Léonce), boulevard de Clichy, 76.
Pottier (Ferdinand), ✱, passage des Eaux, 4, à Passy.
Pouchet (James-Isaac), ✱ ✱ ✱, ingénieur de la maison Geneste et Herscher, boulevard Richard-Lenoir, 12.
Poupard, rue Pauquet, 21.
Pourcel (Alexandre), ingénieur des usines de Terre-Noire (Loire).
Powell (Thomas), O. ✱, constructeur-mécanicien, à Rouen (Seine-Inférieure).
Pralon (Léopold), rue de Bruxelles, 15.
Prilipp (Philippe-Louis), rue de Paris, 129, à Saint-Denis (Seine).
Prisse (Édouard-Louis), ✱, directeur du chemin de fer d'Anvers à Gand, à Saint-Nicolas (Belgique).
Prisse (Édouard-Pierre), à Saint-Nicolas (Belgique).
Pritzbuer (de) (Léopold-Henri-Alphonse), Usine Malétrat, Petit-Quevilly, près Rouen (Seine-Inférieure).
Privé (Georges), rue Cambon, 14.
Prochaska (Jules), directeur des laminoirs de la Sudbahn, à Graz, Styrie (Autriche).
Pronnier (Charles), ✱ ✱, quai Voltaire, 23.
Protais (Eugène), sous-chef de section aux chemins de fer de l'État, à La Roche-Pozay (Vienne).
Prouteaux (René-Albert), ingénieur des forges de Semouse et directeur de la manufacture de Plombières (Vosges).
Prudon (Jean-Marie), directeur des ateliers de construction H. Joret et C^ie^, à Montataire (Oise).
Proveux (Alphonse-Louis), ✱ ✱, chef de la traction au chemin de fer du Nord de l'Espagne, à Valladolid (Espagne).
Prus (Georges), ingénieur de la Vieille-Montagne, au consulat de France, à Santander (Espagne).
Przewoski (Charles-Alexandre), à Longuyon (Meurthe-et-Moselle).
Puigy Llagostera (François), à Manille, îles Philippines (Espagne).
Puylaroque (de) (Raymond), directeur général delle Cortiere méridionali à Isola del Liri (Italie).

Q

MM. Quenay (Edouard-Archille), avenue du Bois de Boulogne, 40.
Quéruel (Auguste), 23, avenue Parmentier.

MM. Quesnot (Louis-Auguste-Émile), ingénieur à la gare, à Marseille (Bouches-du-Rhône).

Quillacq (de) (Louis-Auguste-Bernard), ✱, constructeur, à Anzin (Nord).

Quillevéré dit Laurent (Pierre-Félix-François), directeur de la fabrique de poêles mobiles, rue de Clichy, 56 *bis*.

R

MM. Raabe, ingénieur, rue de Provence, 48.

Rabeuf (Ferdinand), avenue de la Gare, 13, à Creil (Oise).

Rabinel (Henri), ingénieur aux Verreries, au Garmauzet, près le Nouvion (Aisne).

Radot (Raoul-Alexandre), rue Lafayette, 73.

Raffard (Nicolas-Jules), 16, rue Vivienne.

Rambaud (Émile-Jean-Marie), directeur des établissements Carel, frères, au Mans (Sarthe).

Ramaeckers (Charles-Henri-Bruno), ingénieur en chef des chemins de fer de l'État Belge, à Bruxelles (Belgique).

Rancès (Frédéric), ✱, ingénieur en chef adjoint au directeur de l'exploitation des chemins de fer du Midi, rue d'Aviau, 27, à Bordeaux (Gironde).

Raspail (Émile-Jules), chimiste, rue du Temple, 14.

Ratuld (Casimir), inspecteur du chauffage et de l'éclairage à la Compagnie du Nord, à Franconville (Seine-et-Oise).

Raulin (Gustave-Laurent), rue de Bellechasse, 33.

Rauly (Jean), directeur de la fabrique d'œillets métalliques et boutons de M. Daudé, rue de Paris, 75, à Charenton (Seine).

Ravasse (Eugène), place La Fayette, 112.

Raveau (Albel), constructeur de matériel de chemin de fer, boulevard Magenta, 23.

Recopé (Edmond), ingénieur, rue Saint-Lazare, 99.

Redon (Martial), faubourg des Casseaux, 1, à Limoges (Haute-Vienne).

Régel (de) (Philippe-Constant), ✱, à Lutzelhausen (Alsace).

Regnard (Louis-Paul-Antoine), ✱, rue Béranger, 6.

Regnault (Jules), ✱, impasse d'Amsterdam, 4.

Regray (Barthélemy-Léon), ingénieur en chef du matériel et de la traction de la Cie de l'Est, faubourg Poissonnière, 115.

Reinhardt (Louis-Paul), ✱ ✱, directeur du mouvement et du service commercial de la Société I.-R.-P.-A. des chemins de fer de l'État, 17, Schwarzenbergplatz, à Vienne (Autriche).

Remaury (Henry), ✱, passage Violet, 1.

MM. Renard (François-Nicolas), rue du Bac, 122.

Renard (Lucien), ✱, directeur de la Compagnie chaufournière de l'Ouest, rue Prony, 41.

Renard (Léon-Louis), directeur d'une verrerie, à Fresnes (Nord).

Retz (de) (Marie-Charles-Jean), directeur des hauts fourneaux de Pyle, Glamorganshire. P. de Galles (Angleterre).

Revin (Jules-Henri-Victor), chef des travaux de l'Etat, à Étréaupont (Aisne).

Revy (Jules-Jean-Hope), chef de la commission impériale des Açudes, à Cearia (Brésil).

Rey (Louis-Pierre-Félix), ✱, ingénieur de la maison Chevalier, constructeur de wagons, rue d'Auteuil, 52.

Reyjal (Gustave-Émile), rue Félix, 17, à Levallois-Perret.

Reymond (Francisque), ✱, entrepreneur, place de la Mairie, à Montbrison (Loire).

Reynaud (Charles), à Cette (Hérault).

Reynaud (Georges), associé de la maison Oudin Dubois, à Betheneville, par Pont-Faverger (Marne).

Ribail (Xavier), ✱, ingénieur de la traction au chemin de fer de l'Ouest, rue de Moscou, 39.

Ribera (Pedro), C. ✱ ✠ ✱, inspecteur principal du matériel roulant aux chemins de fer du Nord de l'Espagne, à Valladolid (Espagne).

Ribourt (Léon-Eugène-Isidore), rue Le Peletier, 29.

Ricard (Paul), ingénieur à la Cie des Entrepôts et Magasins Généraux de Paris, rue d'Allemagne, 19.

Rich (Paul-Henri-J.), rue Denfert-Rochereau, 23.

Richard (Jean-Louis), ✱, rue Washington, 31.

Riche (Antoine-Joseph), directeur des forges et laminoirs de l'Alliance, à Charleroi (Belgique).

Richemond (Émile-Louis), ✱, boulevard Malesherbes, 8.

Richeski (Sigismond) (Rzyszczewski), Directeur des Usines de la Société de Zawiercie, rue Nowozielna, 36, à Varsovie (Pologne).

Richou (Georges-René-Pierre), ✱, avenue Marceau 44.

Ridder (de) (Pierre-Octave), avenue du Coq, 6.

Rigollot (Ernest), à la gare de l'Ouest, boulevard Montparnasse.

Robert (Jacques), à Bone (Algérie).

Robin (Albert), place d'Iéna, 3.

Robineau (Firmin-Alexandre), rue de Turenne, 129.

Rocaché (Louis-Jules), rue de la Roquette, passage Sainte-Marie, 12.

Rocour (Georges-Eugène-Théodore), rue Taitbout, 37.

Rodrigue (Achille-Simon), rue de Myrha, 52.

Rognetta (François-Benoît), O. ✱ ✠ ✱, 1, via S. Filippo, à Turin (Italie).

MM. Rogé (Xavier), maître de forges, à Pont-à-Mousson (Meurthe-et-Moselle).

Roger (Paul-Georges), rue de Maubeuge, 87.

Rolin (Eugène), constructeur, à Braine le Comte (Belgique).

Rolin (François-Étienne), à Saint-Denis (Ile de la Réunion).

Romme (Alfred), ✻, à Saint-Quentin (Aisne).

Ronna (Antoine), O. ✻ ✠ ✻, secrétaire du Comité de la Société autrichienne I. R. P. des chemins de fer de l'État, boulevard des Italiens, 21.

Roques (Adrien-Jacques), rue des Menuts, 5, à Bordeaux (Gironde).

Rosiés (Aristide), rue Clapier, 6, à Marseille (Bouches-du-Rhône).

Rouart, constructeur, ✻, boulevard Voltaire, 137.

Rouché (Albert), quai de Passy, 42.

Rouget (Paul-Frédéric), directeur de l'usine à gaz de Brest, rue de Berri, 38.

Rouit (Henry), ingénieur de la Compagnie du Médoc, rue de la Course, 7, à Bordeaux (Gironde).

Rousseau (Jules), Petite-Rue des Augustins, 2, à Amiens (Somme).

Roussel (Henri-Léon-Joseph), à Riom (Puy-de-Dôme).

Routkowski (Mielchislas-Joseph), Iwanovska, 13, à Saint-Pétersbourg (Russie).

Roux (Antoine-Marcelin-Edmond), rue Tronchet, 18.

Roux (Charles), ingénieur au Creuzot (Saône-et-Loire).

Roy (Antoine), place Desaix, 3, à Clermond-Ferrand (Puy-de-Dôme).

Roy (Edmond), ✻, rue Cambon, 10.

Roze (Eugène), fabricant de toiles cirées, rue du Château d'Eau, 60.

Rubin (Arthur), rue de Douai, 3.

Rudler (Henri-Alexandre), sous-chef de section aux chemins de fer de l'État, boulevard du Nord, à Cahors (Lot).

Rummens (Jossé-Alphonse-Prosper), directeur des usines Nicaise et Deleuve, à la Louvière, Hainaut (Belgique).

Ruolz (de), O. ✻ G. O. ✻ C. ✻, inspecteur général des chemins de fer, rue de l'Université, 3.

Rycerski (Félix-Lucien-Antoine), ingénieur de la voie au chemin de fer de Varsovie à Vienne, à Czenstochau (Pologne).

Rymkiewiez (Branislas-Charles-Henry, ingénieur du service des études financières du Crédit Lyonnais, rue du Helder, 3.

S

MM. Sabon (Félix-Martin), rue Philippe de Girard, 88.

Sadoine (Eugène), O. ✻, directeur général de la Société John Cockerill, à Seraing (Belgique).

MM. SAGE (Paul-Romain), quai de Javel, 3.

SAGLIO (Florent), 62, rue de Monceaux.

SAINT-JAMES (Charles), inspecteur de la voie au chemin de fer du Nord, à Tergnier (Aisne).

SALESSE (Paul-Alphonse), ingénieur en chef de la traction à Périgueux (Dordogne).

SALIN (Auguste-Jean), maître de forges, à Dammarie-sur-Sault (Meuse).

SALIS (Le comte Barthelemy-Paul de), rue Lord-Byron, 15.

SALLERON (Ernest), architecte, à Sens (Yonne).

SALOMON (Louis-Antoine-Marie), rue Pajol, 22.

SALOMON (Georges), ✠, boulevard Malesherbes, 30.

SALVETAT (Alphonse), ✠ ✠ ✠, Grande-Rue, 40, à Sèvres (Seine-et-Oise).

SANDBERG (Christer-Geter), ✠ ✠, 19, Great George street, Westminster, S. W., à Londres (Angleterre).

SANS Y GARIA (Antoine), R. Ronda de San Pedro, 158-3°, à Barcelone (Espagne).

SAUTEREAU (Gustave), rue Rochechouart, 56.

SAUTTER (Louis), ✠, constructeur de phares lenticulaires, avenue de Suffren, 26.

SAUVAGET (François), chef de section au chemin de fer de l'Etat, à Tulle (Corrèze).

SAUVAN-DELEUZE (Louis), quai de Grenelle, 39.

SAUVÉE (Albert-François), ingénieur consultant, 22, Parliement Strett, Wesminster, Londres.

SAVALLE (Désiré), ✠, constructeur, avenue du Bois de Boulogne, 64.

SAVY (Léopold), ingénieur-arbitre-rapporteur près le Tribunal de commerce de la Seine, rue Demours, 70.

SAZERAC (Paul-Alexandre-Henri), chef de section de la voie et de l'entretien au chemin de fer de l'Etat, à Larochefoucault (Charente).

SCELLIER (Henri), fondeur, à Voujaucourt, près Montbéliard (Doubs).

SCHABAVER (François), constructeur de machines, à Castres (Tarn).

SCHAECK (Augustin-Clément), quai de Jemmapes, 84.

SCHALLER (Joseph), ✠ ✠, ingénieur-inspecteur de l'exploitation de la Compagnie des chemins de fer du Nord de l'Espagne, à Madrid (Espagne).

SCHEIDECKER (Léon), à Lutzelhausen (Alsace).

SCHIRMER (Eugène-Charles), à la manufacture de glaces de Manheim (Grand-Duché de Bade).

SCHIVRÉ (Jean-Pierre), directeur des ateliers du Grand-Hornu, près Mons (Belgique).

MM. Schivre (Gustave-Georges-Henri), directeur de la Société anonyme des ateliers de construction de Lens (Pas-de-Calais).

Schlincker (Michel-A.), maître de forges, à Creutzwald (Lorraine).

Schlumberger (Hartmann), N., à Guebwiller (Alsace).

Schmerber (Jean), à Tagolsheim, par Altkirch (Alsace).

Schmid (Albert), à Zurich (Suisse).

Schmidt (Maximilien-Frédéric), ✻, constructeur, Gisela strass, 6, à Vienne (Autriche).

Schmitz (Eloi-Nicolas), attaché au service des machines à la Compagnie du gaz, rue de Dunkerque, 24.

Schmoll (Adolphe), ✻, entrepreneur de travaux publics, II, Praterstrasse, 60, à Vienne (Autriche).

Schneider (Henri), O. ✻, directeur du Creuzot (Saône-et-Loire).

Schoubart (Eugène-Philippe), ingénieur, rue Taitbout, 80.

Schwab (Fernand), ingénieur à la Soudière-Dombasle-sur-Meurthe (Meurthe-et-Moselle).

Schwendner (Al.), rue Sainte-Catherine, 68, à Odessa (Russie).

Sédille (Paul), ✻, 28, boulevard Malesherbes.

Seebold (Lothaire-François), O. ✻ C. ✻ ✻ ✻, 3, calle Estrafa, à Bilbao (Espagne).

Seiler (Albert-Louis), rue Martel, 17.

Séguin (Augustin), place Perrache, 3, à Lyon (Rhône).

Selle (de) (Albert-Marie), ✻, membre du Conseil général des Basses-Alpes, professeur de minéralogie et de géologie à l'École centrale, Château de Fontienne, par Forcalquier (Basses-Alpes); à Paris, avenue de Villars, 5.

Sepres (de) (Henri-Robert-Yves), 9, Place San-Miguel, 4° derecha, à Madrid (Espagne).

Sepulchre (Armand-Joseph), ingénieur, directeur des hauts fourneaux d'Aulnoye, à Aulnoye les Berlaimont (Nord).

Ser (Louis), ✻, rue Soufflot, 21.

Sérafon, ✻, boulevard de Clichy, 22.

Séraphin (Charles-André), constructeur, faubourg St.-Martin, 172.

Sergueeff (Nicolas), ✻, rue de Constantinople, 17.

Serment (Frédéric-Louis), rue de la Darse, 9, à Marseille (Bouches-du-Rhône).

Serot (Pierre-Augustin), à Vittel (Vosges).

Serres (de) Wieczffinski (Auguste), ✻ ✻, directeur de la construction de la Société autrichienne I. R. P. des chemins de fer de l'État, 16, Park Ring, à Vienne (Autriche).

Servier (Édouard), directeur de la Compagnie du gaz de Metz, rue Hippolyte Lebas, 2.

Severac (Jacques-Paul), faubourg Poissonnière, 126.

Sevin (Cyrille-Anoulet), rue des Petits-Carreaux, 1.

Seyrig (Théophile), avenue de Wagram, 147.

MM. Siéber, rue Trézel, 1, aux Batignolles.
Siemens (William), métallurgiste, rue Picot, 8.
Siméon (Henri), ingénieur, rue du Faubourg-Saint-Martin, 171.
Simon (Édouard), rue Meslay, 32.
Simon (Henri), 7, Saint-Peters square, à Manchester (Angleterre).
Simon (Gustave), au Creuzot (Saône-et-Loire).
Simons (Paul), carrelage mosaïque au Cateau (Nord).
Singly (de) (Paul), rue Philippe de Girard, 17.
Somasco (Charles), ingénieur de la maison Geneste et Herscher, à Creil (Oise).
Somzée (Léon-Henri-Mathieu), O. ✠ ✱, rue Royale, 217, à Bruxelles (Belgique).
Sonolet (Gustave-Auguste), cours d'Alsace-Lorraine, 7, à Bordeaux (Gironde).
Sorzano de Tejada (Julio-Federico), rue Belliard, 145, à Bruxelles (Belgique).
Soulié (Léon-Émile), avenue de Villiers, 96.
Soulié (Émile-Léon), boulevard Malesherbes, 60.
Soupey (Henry), rue de l'Université, 16.
Spée (Alphonse-Marie-Joseph), ✱, (Ixelles), rue de la Concorde, 23, à Bruxelles (Belgique).
Stapfer (Daniel), constructeur-mécanicien, boulevard de la Mayor, à Marseille (Bouches-du-Rhône).
Steens (Émile), rue de la Loi, 182, à Bruxelles (Belgique).
Steinheil (Georges-Henri), quai d'Orléans, 42.
Stevenson-David, Northeron, Lighthouse Board, 84, George-street (Édinburgh) (Ecosse).
Stilmant (Philippe-Louis-Aimé), constructeur de freins, rue de Valenciennes, 11.
Stoclet (Victor), avenue Louise, 9, à Bruxelles (Belgique).
Studer (Henry), rue d'Anjou-Saint-Honoré, 27.
Suc (Étienne-Arsène), boulevard de la Villette, 50.
Sulzberger-Ziegler (Henry), constructions en bois, à Winterthur (Suisse).

T

MM. Tabary (Édouard), chef de section aux chemins de fer de l'État, à Chef-Boutonne (Deux-Sèvres).
Taillandier (François), chef de section au chemin de fer de Ciudad-Real à Badajoz, à Ciudad-Real (Espagne).
Taillard (Ernest), O. ✠ ✱ ✠, rue de Provence, 46.
Tarantini (Serafino), 13, via Carrozzieri, à Monteoliveto, à Naples (Italie).

MM. Tardieu (Henri-Ernest), rue de Louvois, 10.

Tay (Joseph), calle del Duque de la Victoria, 10, à Barcelone (Espagne).

Teisset (Jules-Louis-Guillaume), sous-directeur de la Société métallurgique de Gorcy, près Longwy (Meurthe-et-Moselle).

Terrier (Paul-Jacques-Victor), administrateur-directeur de la Compagnie des travaux publics, rue de Provence, 56.

Tesse (Paul), rue de Maubeuge, 18.

Tétard (François), rue des Passagers, 1, à Bellevue (Seine-et-Oise).

Thauvin (Pierre-Jules), à Pise-Fontaine près Triel (Seine-et-Oise).

Theurkauff (Achille-Henri), boulevard du Palais, 11.

Thibaudet (James-Nicolas), à l'usine à gaz, à Arenc, banlieue de Marseille (Bouches-du-Rhône).

Thibault (Louis-Marie), fabricant de papiers, à Troyes (Aube).

Thiery (Edmond), à la Réunion, par Tocina près Séville (Espagne).

Thirion (Antoine-Romain), constructeur-mécanicien, rue de Vaugirard, 147.

Thirion (Charles), ✱ ✪, G. ✱ ✱ ✱, boulevard Beaumarchais, 95.

Thomas (Jules-Émilien), boulevard Central, 17, à Bruxelles (Belgique).

Thomas (Pierre), directeur de la fabrique de caoutchouc de Blanzat, par Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).

Thomas (Georges-Marie), rue Boissière, 60, à Passy.

Thomas (Léon), fabricant de produits chimiques, rue Michel-Ange, 11.

Thomas (Max), rue de Grenelle-Saint-Germain, 86.

Thomasset (Henri), ✱, 25, boulevard Montparnasse.

Thouin (Charles), O. ✱ ✱ ✱, ingénieur du mouvement au chemin de fer du Nord, rue de Dunkerque, 20.

Thoyot (Joseph), ✱, rue de Chezy, 41 *ter*, à Neuilly.

Thurston (Robert), Hoboken, 324, Hudson-Street, New-Jersey (États-Unis d'Amérique).

Tiquet (Pierre-Maurice-Gustave), maître de forges, à Vesoul (Haute-Saône).

Tisseron (J.-P.-Léon), 30, rue du Cherche-Midi.

Tourgon (Joseph-Barthélémy), à Bagnols-sur-Ceze (Gard).

Tournadre de Noaillat (Lucien-H.-Amable), ✱, rue Gozlin, 31.

Tournelles (des) (Ferdinand-Arthur-Alexandre), 9, boulevard Montparnasse.

Trélat (Émile), O. ✱, rue Denfert-Rochereau, 17.

Trémeau (Alexandre-Henry-Auguste), aux forges de Bigny (Cher).

Tresca (Henri), O. ✱ ✱ ✱ ✱, membre de l'Institut, rue de Valenciennes, 6.

Tresca (Alfred), rue de Valenciennes, 6.

Tresca (Gustave-Jules), rue Saint-Martin, 292.

MM. Tridon (Victor), 8, Humboldt-Strasse, à Dresde (Saxe).
Tritz (Paul), boulevard Voltaire, 154.
Tronchon (Jean-Anatole), impasse Mairet, 6, à Meaux (Seine-et-Marne).
Turck (Michel), rue Bernouilli, 11.
Turettini (Théodore), ingénieur à l'entreprise du tunnel du Saint-Gothard, à Genève (Suisse).
Tweddell (Ralph-Hart), 14, Delahay-street Westminster (Londres) S. W. (Angleterre).

U

MM. Ubags (Théophile), faubourg Saint-Honoré, 205.
Uhagon (de) (Pedro-Pascal), ingénieur des mines, calle de Saint-Bartolomé, 7, 9, 11, à Madrid (Espagne).
Ulens (Léon), rue du Trône, 121, à Bruxelles (Belgique).
Urbain (Victor), ✪, boulevard Beaumarchais, 30.
Urban (Maurice-Pierre), ingénieur en chef, directeur de la traction et du matériel du chemin de fer du Grand-Central Belge, rue de la Loi, 102, à Bruxelles (Belgique).

V

MM. Vaessen, (H.-J.), C. ✱ ✱, O. ✱, directeur général de la Société Saint-Léonard, à Liège (Belgique).
Vaillant (Alcide-François-Xavier), avenue de Villiers, 110.
Valensi (Raymond), avenue de l'Alma, 69.
Valentin (Léopold), ✱ ✱, rue Galilée, 6, à Bruxelles (Belgique).
Vallot (Emile-Henri), boulevard Saint-Germain, 243.
Vallot (Henri-Guillaume-Marie), place des Perchamps, 2, à Auteuil.
Vallot (Charles-Marie-Émile), place des Perchamps, 2, à Auteuil.
Valton (Ferdinand), ✱, directeur de la Société des fers et aciers, rue de Londres, 44.
Vandel (Émile), maître de forges de la Ferrière-sous-Jougne (Doubs).
Vanden Berghe (Paul-Auguste), administrateur délégué de la compagnie de plomb argentifère de Vialas et Villefort (Lozère), boulevard Voltaire, 42.
Vandenpeereboom (Étienne-Thomas), ingénieur aux charbonnages Artistes-Xhorré, à Flémalle la Grande (Belgique).

MM. Vanderheym (Eugène-Napoléon), rue Taitbout, 80.
Vandesmet (Félix), rue de Constantinople, 2.
Varlet (Ernest-Joseph), place de Cormeilles, 4 *bis*, à Levallois-Perret.
Vaslin (Henri), ingénieur, rue Pigalle, 53.
Vasset (Louis), boulevard du Port, à Poissy (Seine-et-Oise).
Vauthier, place Breda, 13.
Vautier (Émile), administrateur de l'usine à gaz, quai Saint-Antoine, 30, à Lyon (Rhône).
Vauvillier (Laurent-Louis), ✠ ✱, ingénieur en chef du service de la voie aux chemins de fer Portugais, à Lisbonne (Portugal).
Vée (Léonce-Émile), ingénieur expert près les tribunaux, rue de Rome, 61.
Vegni (Angelo), C. ✠ ✠ ✱, via San Nicolo, 131, à Florence (Italie).
Vellut (Félix-Léon-Célestin), ✠, directeur des services commerciaux à la Société métallurgique de Bruxelles (Belgique).
Vène (Philippe), Villa Picciola, avenue Beauséjour, à Cannes (Alpes-Maritimes).
Verdaveine (Ernest-Henri), fabricant d'horlogerie, rue Mandar, 10.
Verdié fils (Jean-Eugène), administrateur délégué des forges et aciéries de Huta-Bankowa, à Dombrowa (Pologne russe).
Vergnes (Paul-Eugène), chef de service de la construction de la ligne d'Angoulême à Limoges, boulevard Pereire, 128.
Vergnol (Joseph-Camille-Paul), ingénieur du chemin de fer de Busigny à Hirson, à la Capelle (Aisne).
Vérité (Auguste-Lucien), ✠, horloger, à Beauvais (Oise).
Vernier (Raoul), rue Pigalle, 5.
Verrier (Charles-Joseph-Auguste), ingénieur de la Compagnie d'Alais au Rhône et à la Méditerranée, quai de la Charité, 45, à Lyon (Rhône).
Verrine (Louis-Justin), ingénieur du service municipal de la ville de Caen, place Saint-Martin, 14, à Caen (Calvados).
Vestraet (Louis), rue des Carrières, 60, à Charenton le Pont (Seine).
Vial (Charles), aux mines de Mercadal, près Torrelavega, province de Santander (Espagne).
Vieillard (Jules-André-Albert), ✠, fabricant de faïences et porcelaines, quai de Bacalan, 77, à Bordeaux (Gironde).
Vielliard (Léonce-Jean), rue Lafayette, 211.
Vigan (Eugène-Médéric), à l'usine à gaz, cours de Vincennes, 45.
Vigneau (Louis-Jules-Emile), rue Thoré, 3, au Mans (Sarthe).
Vignier (Pierre-Auguste), ✠, ingénieur de la voie au chemin de fer de l'Ouest, rue La Condamine, 98, à Batignolles.
Vigreux (Léon), rue de Birague, 16.
Villard (Théodore), boulevard Malesherbes, 138.

MM. Villemer (Armand), ingénieur adjoint à la direction du chemin de fer du Nord de l'Espagne, à Valladolid (Espagne).

Villermé (Gustave), directeur de la verrerie de Saint-Gorgon, à Anor (Nord).

Vincent (Charles), filateur, à Senones (Vosges).

Vinçotte (Auguste-Henri), cité Trévise, 5.

Vinit (Pierre-Arsène), inspecteur du matériel au chemin de fer de Lyon, rue de Greffulhe, 9.

Violet (Albert-Léon), rue du Théâtre, 80 (à Grenelle).

Violet (Adolphe-Charles-Henri), ✱ ✱ ✱ ✱, directeur des usines de Belvoye, près Dôle (Jura).

Violette (Louis-Antoine), chez M. Roux, rue des Petites-Écuries, 34, et rue Sébastopol, à Nouméa (Nouvelle-Calédonie).

Viron (Charles-Louis), chef de section au chemin de fer d'Orléans, à la gare de Tours (Indre-et-Loire).

Vitali (Philippe), entrepreneur, château de Vigny, à Vigny (Seine-et-Oise).

Viterbo (Richard), directeur de la Société des tramways, à Constantinople (Turquie).

Vivien (Armand), chimiste, rue Sainte-Anne, 54, à Saint-Quentin (Aisne).

Vlasto (Ernest), rue Fontaine-Saint-Georges, 30.

Vojacek (Ladislas), à Smichow (en Bohême).

Vollot (Louis), ingénieur, rue des Saint-Pères, 62.

Voruz aîné, constructeur, ✱, à Nantes (Loire-Inférieure).

Vrolik (Willem-Karel-Marie), directeur général de la Société des chemins de fer Néerlandais, à Utrech (Hollande).

Vuigner (Adrien), rue de Lille, 46.

Vuigner (Henri-Louis), rue de l'Université, 30.

Vuillaume (Nicolas), ingénieur, boulevard de La Villette, 50.

Vuillemin (Émile), ✱, directeur des Mines d'Aniche (Nord).

Vuillemin (Louis-Charles), ✱ O. ✱ ✠ ✱, ingénieur-conseil du matériel et de la traction au chemin de fer de l'Est, rue de Vigny, 1.

W

MM. Wahl, ✱, rue du Quatre-Septembre, 16.

Walker (William-Thomas), Lillesball, Bishopswood Road Highgate, à Londres (Angleterre).

Wallaert (Auguste), boulevard de la Liberté, 23, à Lille (Nord).

Walther-Meunier (Hermann-Philippe-Frédéric), rue de la Bourse, 6, à Mulhouse (Alsace).

MM. Watel (Etiénne-Louis), rue Chauveau-Lagarde, 14.
Watson (Joseph-Jean-Guillaume), C. ✠, Dynton, S. Mary-Church Torquay S. Devon (Angleterre).
Watson (William), 107, Malborough street, Boston U. S. A. (États-Unis).
Watteville (de) (Charles-Louis), rue de la Villette, 21.
Weibel (Jules-Henri), constructeur d'appareils de chauffage, Tranchées de Rive, rue de Malagnou, à Genève (Suisse).
Weil (Frédéric), O. ✠, chimiste expert, rue des Petites-Écuries, 13.
Wendel (de) (Paul-François-Henri), maître de forges, à Hayange (Alsace-Lorraine).
West (Auguste-Émile), chef des travaux au laboratoire d'essais à la C^ie^ des chemins de fer de l'Ouest, rue Bonaparte, 13.
Westinghouse (Georges), rue de la Victoire, 60.
Weyher (Charles-Louis), ✠, constructeur de machines, route d'Aubervilliers, 50, à Pantin (Seine).
Whaley (Georges), ingénieur des ateliers des chemins de fer de l'Ouest, à Sotteville-lez-Rouen (Seine-Inférieure).
Willems (Joseph), rue du Progrès, 36, à Bruxelles (Belgique).
Wissocq (de) (Alfred), ✠, ingénieur honoraire au chemin de fer du Nord, rue Eugène Flachat, 11.
Wohlguemuth, ingénieur du dragage du Port, calle del Paseo de Gracia, 3, Plaza de Cataluna, à Barcelone (Espagne).
Woods (Edward), 45, Osnlone-Gardens (Londres) S.W. (Angleterre).
Woycichowski (Lucien), chef de section principal des Travaux de l'État, rue du Commerce, 51, à Soissons (Aisne).
Wurgler (André), rue Viete, 7 (avenue de Villiers).

X Y Z

MM. Yrasusta (Benigno), ingénieur aux papeteries, à Villebrœck (Belgique).
Yvert (Léon), ingénieur expert, rue Joubert, 9.
Yvon-Villarceau (Antoine), O. ✠ ✠ ✠, membre de l'Institut, boulevard Saint-Michel, 83.

MM. Ziegler (Jean-Jacques), rue Rembrandt, 1.
Zimmer (Désiré-Alfred), ✠, ingénieur principal, rue du Brabant, à Bruxelles (Belgique).
Zschokke (Conradin), rue de Miroménil, 81.

Membres Associés.

MM. Agache (Édouard), ✻, filateur, à Lille (Nord).
André (Nicolas-Oscar), constructeur de combles métalliques, rue Charles-Laffitte, 49, à Neuilly-sur-Seine.
Ardouin (Étienne), directeur des chemins de fer de Biarritz à Bayonne, à Biarritz (Basses-Pyrénées).
Baltus (Édouard), secrétaire de la société anonyme de Marcinelle et Couillet, à Couillet (Belgique).
Barat (Jean), sous-directeur des chemins de fer du Nord de l'Espagne à Madrid (Espagne).
Barbedienne, C. ✻, bronzes d'art, boulevard Poissonnière, 30.
Barbeyrac (de) (Gaston), rue de Provence, 62.
Baudin (Louis-Alphonse), secrétaire général de la Cie P.-L.-M., rue Saint-Lazare, 88.
Bischoffsheim (Raphaël), banquier, rue Taitbout, 3.
Bizot (Emmanuel-Eugène), ✻, rue de la République, 7, à Lyon (Rhône).
Blanchet (Aristide-Paul), à Henrichemont (Cher).
Borrel-Fontany (Amédée-Philippe), horloger-mécanicien, rue Neuve des Petits-Champs, 47.
Bougarel (Frédéric), rue de Dunkerque, 24.
Brichaut (Auguste), O. ✻ ✠ ✠ ✻, rue Saint-Paul, 9.
Chabrier (Fortuné), 36, rue Neuve des Mathurins.
Chaize (L.-El.), ✻, administrateur délégué de la Compagnie des Bateaux-Omnibus, route de Versailles, 125.
Chameroy (Edme-Augustin), rue d'Allemagne, 147.
Champonnois (Hugues), O. ✻, presses continues, rue Neuve des Petits-Champs, 45.
Chandelier (Florimond-Guillaume-Joseph), rue des Tournelles, 52.
Chateau, rue de Neuilly, 26, à Clichy (Seine).
Chavassieu (Jean-Baptiste), sénateur, rue de l'Université, 22.
Claudin (Henri), ✻, armurier, boulevard des Italiens, 38.
Collin (Armand), ✻, horloger, rue Montmartre, 118.
Courant (Albert-Bernard), filateur au Havre (Seine-Inférieure).
Coutant (Louis-Eugène), maître de forges, rue Nationale, à Ivry (Seine).
Coutelier (Edmond-Jules), fabricant d'ornements estampés, boulevard Richard-Lenoir, 74.
Deghilage (Alexandre-Louis), quai Voltaire, 25.
Dehaynin (Camille), Faubourg-Saint-Martin, 248.
Delamare (Henri-Marie), boulevard Haussmann, 124.

MM. Delessert (Henri-Édouard), rue Raynouard, 17 (Paris-Passy).
Denille (Alphonse), maître de forges, à Creil (Oise).
Deny (Louis), ✱, constructeur, rue Saint-Sabin, 58.
Desouches (Arthur-François-Constantin), constructeur de voitures, avenue des Champs-Élysées, 40.
Deullin (Marcel), rue Rodier, 3.
Dietz-Monnin (Charles-Frédéric), O. ✱, C. ✱, associé de MM. Japy frères, rue du Château d'Eau, 7.
Dorémieux (Adolphe), maître de forges, rue Eugène-Delacroix, 3, à Passy.
Doumerc (Auguste-Camille-Jean), rue de Copenhague, 10.
Dufay (Auguste), avenue Hoche, 54.
Dulac (Louis-Simon), 74, rue des Boulets.
Du Lin (Jean-Marie-Joseph-Charles), ✱, président du conseil de la Compagnie générale de Transports parisiens, rue Bellechasse, 44.
Eichthal (d') (Adolphe), président du conseil d'administration des chemins de fer du Midi, rue Neuve des Mathurins, 42.
Farcot (Augustin), à l'usine Joseph Farcot, avenue de la Gare, 15, à Saint-Ouen (Seine).
Fauquet (Octave), ✱, filateur, à Oissel (Seine-Inférieure).
Ferron (Alexandre), rue des Gravilliers, 11.
Foucart (Charles), rue Baudin, 24.
Franck (Maurice), directeur des salines de Dax, rue de Chateaudun, 29.
Galland (Nicolas), O. ✱, avenue de Villiers, 101.
Garnier (Paul-Casimir), fabricant d'horlogerie, rue Taitbout, 16.
Géneste (Eugène), ✱ C. ✱ ✱, constructeur, rue du Chemin-Vert, 42.
Gérard (Gustave-Eugène), rue Condorcet, 70.
Germain (Henri), rue Murillo, 8.
Gévelot (Jules), O. ✱, député de l'Orne, rue de Clichy, 10.
Giquel (Prosper), ✱, directeur de l'Arsenal, à Fou-Tchéou, rue du Faubourg-Saint-Honoré, 27.
Giroud (Henri), fabricant de régulateurs, rue des Petits-Hôtels, 27.
Gissien (Gustave), fabricant de tissus-toiles, à Saleux-lez-Amiens (Somme), rue Neuve-Popincourt, 17.
Gondolo (Émile), horloger, avenue de l'Opéra, 25.
Gueldry (Victor-Henri), gérant des établissements de la Compagnie des forges d'Audincourt, rue Amelot, 64.
Guillet (Jean-Baptiste-Remy), maître de forges, à Haraucourt, (Ardennes).
Hermann-Lachapelle (Jules), constructeur, Faubourg-Poissonnière, 144.

MM. Hiard (P. I.), constructeur de matériel de chemins de fer, à Baune (Belgique).

Huard (Paul), à Tours (Indre-et-Loire).

Huguin (Étienne-Jean), rue de la Tour, 60, à Passy.

Hureau de Villeneuve (Abel), directeur du journal *l'Aéronaute*, rue Lafayette, 95.

Hurtu (Auguste), rue Saint-Maur-Popincourt, 54.

Jacquand (Antoine), fabricant de produits chimiques, quai de la Pêcherie, à Lyon (Rhône).

Jeantaud (Charles), carrossier, rue du Temple, 135.

Joubert (Édmond), administrateur des chemins de fer d'Andalousie et Portugais, rue d'Antin, 3.

Jullien (Alexandre), rue Sainte-Hélène, 8, à Lyon (Rhône).

Lambert (François-Louis-Alfred), à Cambrai, (Nord).

Laveissière (Joseph), 58, rue de la Verrerie.

Laveissière (Jules-Joseph), ✱, rue de la Verrerie, 58.

Lebaudy (Jules), raffineur, rue de Flandre, 19.

Le Cyre (Alfred), avenue Trudaine, 11.

Lefebvre-Desurmont (Paul-Alfred), fabricant de vernis, rue de Douai, 103, à Lille (Nord).

Lemarchand (Edmond), à La Noulme (Seine-Inférieure).

Lemercier (le comte) (Anatole), O. ✱ ✱, président du Conseil d'administration de la Compagnie du touage, rue de l'Université, 18.

Lemoine (Auguste), O. ✱ ✱, administrateur de la Société du Crédit mobilier, rue de la Pompe, 76.

Léon (Alexandre), armateur et maître de forges, cours du Chapeau-Rouge, 11, à Bordeaux (Gironde).

Lesseps (de) (Ferdinand), G. C. ✱ ✱ ✠, président du Conseil de la Compagnie universelle du canal de Suez, rue Saint-Florentin, 7.

Leverbe (Jean-Hilaire-Eugène), rue Pierre-Levée, 10.

Lissignol (Théodore), chef du service industriel de la Société générale, rue de Bellechasse, 55.

Loutreuil (Auguste), rue Ostojenka, 137/176, à Moscou (Russie).

Luchaire (Léon-Henri-Victor), constructeur d'appareils pour phares, rue Érard, 27.

Mabille (Valère), à Mariemont (Belgique).

Maiche (Louis), fabricant d'amidon, à Yvré-l'Évêque (Sarthe).

Martellière (de la) (Camille-Alfred), ✱, rue Béranger, 21.

Martin (Auguste-Maximilien), fabricant de verreries et d'émaux, avenue de Paris, 275, à Saint-Denis.

Mason (Théodore), ✱ ✱ ✱, B. M., officier de marine des États-Unis, 4 West, 34 Street, à New-York (Amérique).

Méeus (de) (Jules-Pierre-Louis-Félix), directeur du *Moniteur in-*

dustriel, boulevard Anspach, 46, à Bruxelles (Belgique), et 47, Faubourg-Montmartre, à Paris.

MM. Menier (Henri), avenue Van-Dyck, 5.

Menier (Gaston), avenue Van-Dyck, 5.

Michelet (Hippolyte), O. ✱ ✱ ✱, lieutenant-colonel du génie, à Arras (Pas-de-Calais).

Mir, député, 35, Faubourg-Saint-Honoré.

Montagnier (Louis), entrepreneur de travaux publics, rue d'Abbeville, 6.

Moyse (Maurice), C. ✱ ✱, secrétaire général de la Compagnie des chemins de fer espagnols de Saragosse à Pampelune et Barcelone, avenue de Messine, 30.

Mulot (Albert-Félix), entrepreneur de travaux publics, rue des Boulets, 43.

Muller (Alphonse), fondeur en cuivre, Faubourg du Temple, 59.

Neher (Robert), ingénieur, à Neuhaüsen, par Schaffouse (Suisse).

Neveu (Étienne), rue Saint-Denis, 227.

Oeschger (Louis-Gabriel), ✱, marchand de métaux, rue Saint-Paul, 28.

Olivier (Arsène-Auguste), boulevard Voltaire, 112.

Pelouze (Eugène-Philippe), ✱, membre du comité de la Compagnie parisienne du gaz, rue Condorcet, 62.

Pereire (Gustave), Faubourg-Saint-Honoré, 35.

Piat (Albert-Charles), fondeur mécanicien, rue Saint-Maur, 85 et 87.

Pierard (Jacques), maître de forges, à Montigny-sur-Sambre, (Belgique).

Pimentel (Joaquim-Goldino), chez M. S. de Sampaio-Leite, rua de Visconde da Inhauma, à Rio-de-Janeiro (Brésil).

Plichon (Édouard-Louis), fondeur en fer, rue du Chemin-Vert, 96.

Poirrier (Alcide-François), ✱, fabricant de produits chimiques, avenue de Messine, 10.

Polack (Ernest), ✱, administrateur des chemins de fer du Nord de l'Espagne, à Madrid (Espagne).

Potelet (Louis-Edmond), rue Lepelletier, 18.

Raux (François), rue Pierre-l'Ermite, 3.

Renault (Léon), ✱, député, 77, boulevard Haussmann.

Renouard de Bussière (le baron Alfred), directeur de la Monnaie, rue de Berry, 18.

Reverchon (Honoré), directeur des forges d'Audincourt (Doubs).

Robert de Beauchamp (Louis-Évariste), C. ✱, rue de la Bienfaisance, 17.

Robert (Jules), ✱ ✱, agriculteur à Seelowitz, Moravie (Autriche).

Robin (Théodore), rue de Vigny, 10.

Rondeau (Henri), rue de Crosne, 20, à Rouen (Seine-Inférieure).

Rothschild, (Ed.) (le baron de), rue Laffitte, 21.

MM. Rothschild (G.) (le baron de), rue Laffitte, 21.
Simon (Louis-Hyacinthe), ✱, maître de forges, à Ars-sur-Moselle (Lorraine).
Soleillet (Paul-Marie-Michel), ✱, rue Monjardin, 8, à Nîmes (Gard).
Sommier (Alfred), rue de Ponthieu, 57.
Vandermeylen (Gustave), rue de la Chancellerie, 8, à Bruxelles, (Belgique).
Viguerie (Ernest), au château de L'Espinet-Saint-Ague, banlieue de Toulouse (Haute-Garonne).
Willett (Bronson), rue de Provence, 56.
Wyse (Louis-Lucien-Napoléon-Bonaparte), ✱, lieutenant de vaisseau, boulevard Malesherbes, 117.
Yochet (d') (Alfred-Joseph), gérant de la Société Alsacienne, avenue Parmentier, 180.
Zbyszowski (Ladislas), rue Saint-Dominique, 190.
Zeller (Constant), à Ollwiller, par Soultz (Haute-Alsace).

M. le Président du Conseil d'administration de la Compagnie du chemin de fer du Nord, rue de Dunkerque, 20.
M. le Président du Conseil d'administration de la Compagnie du chemin de fer de l'Ouest, rue d'Amsterdam, 3.
M. le Président du Conseil d'administration de la Compagnie du chemin de fer de l'Est, rue de Strasbourg.
M. le Président du Conseil d'administration de la Compagnie du chemin de fer d'Orléans, rue de Londres, 8.
M. le Président du Conseil d'administration de la Compagnie du chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, rue Saint-Lazare, 88.

Secrétaire-Archiviste.

MM. Husquin de Rhéville, ✱ ✠, cité Rougemont, 10.
Husquin de Rhéville fils, attaché au Secrétariat, cité Rougemont, 10.

MÉMOIRES

ET

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

JANVIER 1881

N° 1

Pendant le mois de janvier les questions suivantes ont été traitées :

1° *Installation des membres du Bureau et du Comité.* Discours de MM. Gottschalk et Mathieu. (Séance du 7 janvier, page 112.)

2° *Appareils de choc et de traction des véhicules de chemin de fer* (Nouvelle disposition des). Communication par M. Rey. (Séance du 7 janvier, page 144.)

3° Décès de MM. Alby, Château, Penaud et Vallez. (Séance du 21 janvier, page 146.)

4° *Voyage au Righi, au Saint-Gothard et au mont Cenis* (Compte rendu d'un), par M. Deharme. (Séance du 21 janvier, page 146.)

5° *Becs de gaz intensifs* (Communication sur quelques nouveaux), par M. Cornuault. (Séance du 21 janvier, page 151.)

Pendant le mois de janvier la Société a reçu :

De M. Carrié, membre de la Société, une *Note sur le réservoir d'Orédon et l'alimentation de la Neste.*

De M. E. Simon, membre de la Société, le rapport du jury inter-

national de l'Exposition de 1878 (Groupe VI, classes 56 et 57). ***Matériel, procédés de la corderie, de la filature, du tissage et des apprêts sur étoffes.***

De M. Léon Malo, membre de la Société, le *Rachat des chemins de fer* (*Épilogue*).

De M. Maurice Jourdain, le 6e Bulletin de l'*Association parisienne des propriétaires d'appareils à vapeur.*

De M. Delaporte (Georges), membre de la Société, les tomes XII et XIII des *Bulletins de la Société de protection des apprentis.*

De M. Goschler, membre de la Société, le tome V de son *Traité pratique de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer.*

Du Ministère des Travaux publics d'Italie, la *Statistique de la construction et de l'exploitation des chemins de fer italiens*, en 1879.

Du Ministère des Travaux publics de France, l'ouvrage de A. P. Picard sur l'*Alimentation du canal de la Marne au Rhin et du canal de l'Est* (Texte et Atlas).

De M. Piquet, membre de la Société, une *carte géologique de l'Espagne et du Portugal*, dressée par M. de Botella y de Hornos, ingénieur des mines.

De M. Seyrig, membre de la Société, deux albums contenant : l'un, une série de photographies du *Pont de la Tay avant et après le désastre;* l'autre, une collection de photogravures des *Différents projets de concours présentés pour le pont de Szegedin.*

Du Ministère de l'Agriculture et du Commerce, le 1er fascicule de la *Monographie des palais et constructions diverses de l'Exposition de* 1878.

La Société a reçu de plus les publications suivantes :

INSTITUTIONS.

Académie royale de Linceri, de Florence.

Academia di Scienze, Lettere ed Arti de Florence.

Academy American of arts and sciences.

Aréonaute (L'), organe international de la navigation aérienne.

American Society of Civil Engineers.

Annales des ponts et chaussées.

Annales des mines.

Association des propriétaires d'appareils à vapeur du Nord de la France.

Association des anciens élèves de l'École de Liège.

Association des Ingénieurs sortis des Écoles spéciales de Gand.

Association amicale des anciens élèves de l'École centrale des arts et manufactures.

Association des Ingénieurs industriels de Barcelone.

Atti del Collegio degli Architetti ed Ingegneri in Firenze.

Comptes rendus de l'Académie des sciences.

Franklin Institute.

Institution of civil Engineers.

Institution of Mechanical Engineers.

Institution of american, Mining Engineers.

Iron and Steel Institute.

Magyar Mérnökes-Epilesz-Egylet Közlönye.

Société de Physique.

Society of telegraph Engineers.

Society of Engineers (*anglais*).

Société industrielle de Reims.

Société des Architectes des Alpes-Maritimes.

Société industrielle de Mulhouse.

Society of Engineers and Shipbuilders of Scotland.

Société de l'industrie minérale de Saint-Étienne.

Société d'encouragement.

Société de géographie.

Société nationale et centrale d'agriculture.

Société des Ingénieurs portugais.

Société nationale des sciences, de l'agriculture et des arts de Lille.

Société industrielle de Saint-Quentin et de l'Aisne.

Société des anciens élèves des Écoles d'arts et métiers.

Société scientifique industrielle de Marseille.

Société des Architectes et Ingénieurs du Hanovre.

Société royale des Sciences de Bohême (à Prague).

Société des Arts d'Édimbourg.

Société académique d'agriculture, des sciences, arts et belles-lettres du département de l'Aube.

Société des Ingénieurs et Architectes autrichiens.

Société industrielle de Rouen.

Société technique de l'Industrie du gaz en France.

Société des Études coloniales et maritimes.

Société de géographie commerciale de Bordeaux.

Société de géographie de Marseille.

Union des Ingénieurs sortis des Écoles spéciales de l'Université catholique de Louvain.

Union des charbonnages, mines et usines métallurgiques de la province de Liège.

Union géographique du Nord de la France.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES.

Annales des Conducteurs des ponts et chaussées.

Annales industrielles, par Cassagne.

Annales du Génie civil (ne paraissent plus).

Annales des Travaux publics.

Annales de la construction, par Oppermann.

Annalen fur Gewerbe et Bauwesen.

Annales des chemins vicinaux.

Bulletin officiel de la Marine.

Canadian Journal of science, litterature, and history.

Chronique industrielle.

Comité des forges de France.

Dingler's Polytechnisches Journal.

Écho Industriel.

Économiste (L').

Encyclopédie d'architecture.

Engineer (The).

Engineering.

Engineering News an Illustrated Weekly Journal (de Chicago).

Gazette des Architectes.

Gazette du Village.

Génie civil (*Le*).

Iron, *Journal of science, metals et manufacture.*

Journal d'Agriculture pratique.

Journal of the Society of Arts.

Journal des Chemins de fer.

Journal Suisse des chemins de fer (Eisenbahn)

Houille (*La*).

Musée Royal de l'industrie de Belgique.

Mondes (*Les*).

Moniteur des chemins de fer.

Moniteur industriel belge.

Moniteur des fils, des tissus, des apprêts et de la teinture.

Moniteur des Travaux publics.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Politecnico (*Il*) *Giornale dell' Ingegnere Architetto civile ed industriale.*

Portefeuille économique des machines, par Oppermann.

Proceedings of the American Academy arts and sciences.

Propagateur (*Le*) *de l'Industrie et des Inventions.*

Réforme économique (*La*).

Revue métallurgique (*La*).

Revue des chemins de fer et des progrès industriels.

Revue maritime et coloniale.

Revue d'architecture.

Revista de obras publicas.

Revue des Deux-Mondes (1864-1880).

Revue horticole (*La*).

Revue générale des chemins de fer.

Revue technique polonaise.

Revue universelle des mines et de la métallurgie.

Revue des Industries chimiques et agricoles.

Semaine des constructeurs (*La*).

Semaine financière (*La*).

Sucrerie indigène (*La*).

Teknisk Tidskrift.

Les Membres nouvellement admis sont :

MM.	Benoiste,	présenté par	MM. Delaporte, Denoyelle et Mardelet.
	Blandin,	—	Debar, Chauvau et Périssé.
	Bonnard,	—	Chabrier, Gargan et Huguet.
	Buffet,	—	Closson, Mallet et Moreau.
	Charier,	—	Closson, Mallet et Moreau.
	Clamens,	—	Closson, Mallet et Moreau.
	Clercq (de),	—	Carimantrand, Dubos et Mallet.
	Darnay,	—	Adhémar, Ivan Flachat et Eiffel.
	Dayras,	—	Delaporte, Richou et Anceau.
	Debenoist,	—	Delaporte, de Grobert et Cahen.
	Douane,	—	Crespin, Mallet et Quéruel.
	Dupont,	—	Gautier, Gottschalk et Loustau.
	Engerth fils (le baron),	—	Gottschalk, Desgrange et Mathieu.
	Gadsden,	—	Gautier, Villett et Mallet.
	Grieumard,	—	Brull, Étienne et Mathieu.
	Halphen,	—	Carimantrand, Mallet et Marché.
	Jeuffroy,	—	De la Berthelière, Moreau et Tabary.
	Kœchlin,	—	Gautier, Gottschalk et Jordan.
	Letalle,	—	Gottschalk, Moreau et Yvon-Villarceau.
	Levêque,	—	Closson, Mallet et Moreau.
	Merle d'Aubigné,	—	Cornuault, Jordan et Mallet.
	Paris,	—	Demolon, Jaunet et Ricard.
	Radot,	—	Clémandot, Hovine et Lencauchez.
	Recopé,	—	Armengaud, Brüll et Mardelet.
	Rodrigue,	—	Banderali, Delebecque et Loustau.
	Thiery,	—	Franck de Préaumont, Carimantrand et Marché.

Comme membres associés :

MM.	Mir,	présenté par	MM. Bixio, Gottschalk et Marché.
	Renault (Léon),	—	Bixio, Gottschalk et Marché.

L'ACIER

SON HISTOIRE, SA FABRICATION, SES PROPRIÉTÉS ET SES USAGES

PAR **J. S. JEANS**

SECRÉTAIRE DE L'IRON AND STEEL INSTITUTE[1]

ANALYSE PAR M. **FERDINAND GAUTIER**.

INTRODUCTION.

Le volumineux ouvrage de M. Jeans, dont j'entreprends ici de rendre compte, est une étude d'ensemble sur l'acier, sa fabrication, ses propriétés et ses usages.

L'auteur n'a d'autre prétention que de faire une compilation, aussi complète que possible, des ouvrages des différents métallurgistes; il est resté dans une zone élémentaire, qui exclut l'aridité un peu grande des théories chimiques trop approfondies; aussi, son travail s'adresse-t-il aux lecteurs qui ne sont pas habitués à suivre les discussions de métallurgie scientifique.

Dans un historique, que nous abrégerons, parce que son intérêt est beaucoup moindre que les questions d'actualité, l'auteur donne les origines les plus anciennes de l'emploi de l'acier. Sans remonter jusqu'à Tubal-Cain, nous admettrons avec M. Jeans que les hiéroglyphes qui couvrent de leurs entailles si fines et si profondes les monuments de l'ancienne Égypte, construits en pierres d'une dureté aussi grande que le granit et le porphyre, ont été certainement obtenus par l'emploi de l'acier trempé. Il en serait de même des inscriptions cunéiformes, des constructions assyriennes et des chefs-d'œuvre plus récents de la statuaire grecque.

1. Steel, its history, manufacture, properties and uses by J. S. Jeans, secretary of the Iron and Steel Institute. — London : Spon; 46, Charing-Cross — 8° cloth, 36 shillings.

Chez les Romains, l'emploi de l'acier n'est pas douteux ; nous avons peu de renseignements sur les méthodes qu'ils employaient; mais il est probable qu'ils obtenaient un acier naturel, plus ou moins homogène, plus ou moins dur, par quelque moyen analogue au procédé Catalan. Le moyen âge nous a transmis, sans nul doute, ce qui se pratiquait du temps des Grecs et des Romains, et les fameuses lames de Tolède et de Damas s'étaient acquis une réputation qui semble méritée.

La dureté s'obtenait par la trempe, généralement suivie d'un recuit plus ou moins fort. Quant à l'aciération du fer, on connaissait déjà, si nous en croyons la *Pyrotechnia de Vanoccio*, de 1540, le moyen renouvelé plus tard par Réaumur, et qui consiste à maintenir du fer doux plongé dans un bain de fonte liquide. Les travaux du physicien français nous renseignent sur les autres moyens d'obtenir de l'acier : la cémentation, par exemple, est une incorporation du carbone solide au fer doux, par un chauffage en vase clos. La fusion dans un creuset, d'un mélange de fonte et de fer, peut être aussi l'origine de la production de l'acier, telle qu'on la pratique maintenant par le procédé Martin-Siemens, sur la sole des fours à réverbère.

Huntsman, qui passe à juste titre pour le père de l'acier fondu, connaissait-il, en 1740, les travaux de Réaumur consignés dans le célèbre *Traité sur l'art de convertir le fer en acier et d'adoucir la fonte*, paru en 1720? Cela est possible, puisque tous deux étaient contemporains. Benjamin Huntsman avait dix-huit ans, quand parut cet ouvrage de métallurgie. Quoi qu'il en soit, Huntsman, horloger de Doncaster, mécontent des aciers allemands qu'il employait dans son industrie, chercha à en améliorer la qualité. Il s'établit à Handsworth, petit village à quelques kilomètres de Sheffield, et se mit à faire des recherches dans le plus grand secret. Il travaillait nuit et jour, mais on manque de détails sur ces premières tentatives ; on sait seulement que les échecs ne lui furent pas épargnés et qu'il enterra plusieurs centaines de kilogrammes de produits peu satisfaisants, fruits de ses premiers essais. Il réussit enfin à créer la fabrication de l'acier fondu telle qu'elle existe encore à Sheffield, où elle était en si grande prospérité avant l'apparition du procédé Bessemer.

Huntsman ne parvint pas immédiatement à convaincre ses compatriotes de la supériorité de sa découverte. On reprochait à son acier trop de dureté, une densité trop grande, un travail très délicat. C'est

la France qui devint le premier débouché du nouveau produit, et il acquit rapidement une grande réputation.

Cependant, les couteliers de Sheffield, tout en dénigrant l'invention de Huntsman, cherchèrent à pénétrer son secret. Celui-ci redoubla de précautions ; il ne travailla que de nuit, écartant les étrangers et faisant prêter serment à ses ouvriers. Un fondeur de Greenside, près Sheffield, du nom de Walker, se présenta, dit-on, à la porte de l'atelier Huntsman, déguisé en mendiant; c'était par une froide nuit d'hiver : il demanda à se réchauffer et à se coucher dans un coin; les ouvriers l'autorisèrent à entrer. Feignant de dormir, il vit casser en morceaux l'acier cémenté, dont on chargeait ensuite des creusets de terre chauffés fortement dans des foyers spéciaux. Quelque foi qu'il faille attribuer à cette légende, la fabrication de l'acier par le procédé Huntsman, qu'aucun brevet ne protégeait, se répandit à Sheffield et aux environs; et, en 1855, elle atteignait une production de 25 à 30,000 tonnes.

Dans la cémentation, une tonne de fer demande pour son chauffage au contact du charbon, une tonne de houille; de plus, la fusion d'une tonne d'acier cémenté s'obtient au creuset avec une moyenne de 3 tonnes un quart de coke. On voit quelle énorme consommation de combustible accompagnait cette industrie.

Le fer employé en Angleterre pour la cémentation provenait en général de la Suède. Voici quelles furent les importations de ces fers étrangers, dont la valeur atteignait 900 francs la tonne pour les premières qualités et ne descendait pas au-dessous de 325 francs pour les marques plus communes :

1845. . .	18,607 tonnes.	1850. . .	28,096 tonnes.
1846. . .	30,840	1851. . .	35,467
1847. . .	28,264	1852. . .	23,817
1848. .	20,438	1853. . .	23,540
1849. . .	26,605	1854. . .	24,436

Quant au nombre de fours de cémentation et de fours à creusets pour la fusion, il avait suivi la progression suivante :

	FOURS DE CÉMENTATION.	FOURS A CREUSETS.
1835.	56.	554.
1842.	97.	774.
1846.	105.	974.
1853.	160.	1495.

En 1848, la production totale de l'acier se répartissait ainsi entre les principales nations :

	TONNES.	VALEUR.
Angleterre.	40,000	37 millions.
France.	14,954	11 —
Autriche.	13,037	8 —
États-Unis.	10,000	5 —
Prusse.	5,453	4 —

L'Angleterre se trouvait donc, à cette époque, de beaucoup à la tête de la fabrication de l'acier et le développement de sa production aurait suivi un accroissement de plus en plus rapide, si des tarifs presque prohibitifs n'avaient protégé les pays concurrents contre son envahissement.

Nous ne suivrons pas l'auteur dans le dépouillement des archives du *Patent office*, en ce qui concerne l'acier. La pratique n'a conservé que peu ou point de traces des prétendues inventions, dont le détail peut se lire dans le recueil spécial : *Abtracts of specifications relating to Iron and Steel.*

Il suffira de noter au passage quelques procédés ou quelques principes ayant exercé une action réelle sur la métallurgie de l'acier.

Nous avons vu déjà deux phases remarquables dans cette industrie :

1° La découverte par Réaumur de la possibilité d'obtenir de l'acier homogène, en fondant un mélange de fonte et de fer (1722).

2° La découverte par Huntsman de la fusion de l'acier, en chauffant dans des creusets le produit de la cémentation du fer (1740).

Nous arrivons à une troisième période : l'application du carbure de manganèse à la cémentation et à la fusion de l'acier, par Heath, en 1839.

Josiah Marshall Heath, devinant l'action bienfaisante que peut avoir le manganèse dans l'acier, imagina de produire un carbure de manganèse par l'action réductrice du goudron de houille sur le peroxyde de manganèse ; celui-ci était préalablement débarrassé de son excès d'oxygène au moyen du grillage. Il fallait, naturellement, employer des creusets et une température élevée. On n'avait pas encore imaginé de fixer le manganèse par le fer, comme dans le ferromanganèse, où la facilité d'oxydation du manganèse disparaît complètement ; aussi,

Heath obtenait-il péniblement et coûteusement un produit d'une conservation à l'air assez difficile. Il imagina donc une modification capitale, il mit le manganèse et le goudron destinés à produire le carbure de manganèse demandé dans le creuset même où se fondait l'acier. Il était aidé dans ses travaux par un collaborateur nommé Unwin ; il ne tarda pas à être dépouillé par lui de sa propriété industrielle, dont les fabricants de Sheffield n'étaient pas fâchés de secouer le joug. Du moment où, au lieu d'envoyer à ses licenciés le carbure de manganèse, qu'ils n'auraient pas su contrefaire, il leur adressa des petits paquets renfermant un mélange de brai pulvérisé et de peroxyde de manganèse, il ne fut pas difficile d'éluder le brevet qui stipulait très nettement l'emploi du carbure de manganèse dans les creusets et non l'addition des éléments destinés à produire ce carbure ; Unwin fut le premier contrefacteur. Commencée en 1843, la série des procès soulevés par Heath et sa veuve ne se termina qu'en 1855 par le déboutement complet du breveté.

Le service rendu par Heath à l'industrie de l'acier fondu, en permettant l'emploi, pour une égale quantité du produit, de matières premières moins coûteuses, a été évalué par Mushet à une cinquantaine de millions. L'acier, par suite de ce procédé, baissa immédiatement de 750 francs par tonne.

Procédé Bessemer.

Nous arrivons maintenant au *procédé Bessemer*.

Au moment de la guerre d'Orient, un anglais du nom de Henry Bessemer inventa un système de projectiles allongés, destinés à prendre, sans rayures, dans tout canon à âme lisse, la rotation nécessaire à la stabilité de leurs trajectoires.

Offerte au gouvernement anglais, cette invention fut repoussée sans essais.

Vers la même époque, M. Bessemer assistait, à Paris, à un dîner où se trouvaient, avec le prince Napoléon, quelques officiers supérieurs sur le point de partir pour la Crimée. Il parla de ses projectiles et on lui ménagea une audience de l'empereur Napoléon III. Celui-ci, qui avait une prédilection pour les questions d'artillerie, donna à M. Bessemer carte blanche pour faire à Vincennes toutes les expériences qu'il désirerait. Rappelé en Angleterre pour des affaires importantes,

M. Bessemer proposa de transporter à Londres ses recherches; cette proposition fut acceptée et il reçut du duc de Bassano une lettre de crédit en blanc sur la maison Baring frères.

M. Bessemer fabriqua un grand nombre de projectiles, principalement du poids de 13 à 14 kilogrammes, et destinés à être tirés par une pièce de 11 centimètres de diamètre intérieur. Ils furent essayés à Vincennes, par un temps de neige, qui permettait de retrouver facilement les boulets, après qu'ils avaient traversé les cibles.

Le trou rond dont celles-ci étaient perforées, indiquait déjà que l'axe de figure du projectile était resté sensiblement horizontal; un appareil spécial placé à l'orifice de la pièce permettait de mesurer la rotation. On trouva de 1 1/2 à 2 1/4 révolutions complètes dans la longueur du canon; résultat qu'aucune rayure n'a jamais obtenu.

Une semblable rotation devait être accompagnée d'une pression intérieure considérable. Le commandant Minié, qui dirigeait ces expériences, assura que les pièces françaises ne pourraient résister à de pareilles charges de poudre et que, par conséquent, ces projectiles devaient être employés dans des canons plus résistants.

En allant, quelques jours après, rendre compte à l'empereur des essais de Vincennes, M. Bessemer proposa d'étudier le métal le plus convenable pour les besoins de l'artillerie. Cette offre fut acceptée et devint le point de départ des travaux métallurgiques du grand inventeur anglais.

Les connaissances de M. Bessemer en métallurgie étaient, à cette époque, fort limitées: c'était un avantage peut être; ne sachant rien, il n'avait rien à oublier et il pouvait tout apprendre. Il étudia les livres de métallurgie, visita les différents districts de l'Angleterre; et, de retour à Londres, installa un laboratoire d'expériences à Saint-Pancras. Les mois succédaient aux mois, les échecs s'accumulaient les uns sur les autres; mais peu à peu les idées commençaient à se fixer dans la tête du fécond inventeur. Au bout d'un an, il avait réalisé une certaine fonte améliorée, dont il fit un canon coulé d'une très petite dimension.

Ce métal était blanc comme l'acier et était plus résistant que tout ce que l'on avait employé jusqu'à présent pour l'artillerie. Il fit hommage de ce premier fruit de ses travaux à celui qui jusque là en avait payé les frais, et il se remit à l'œuvre, encouragé de nouveau par l'empereur des Français.

Convaincu qu'en partant de la fonte et de l'air atmosphérique traversant le métal liquide, on pouvait arriver à un produit malléable, il démolit et rebâtit ses fourneaux, changeant ses machines; et tout cela, non pas en petit, mais sur une échelle industrielle. On conçoit que ses ressources personnelles durent y éprouver une sérieuse brèche. Associé à Robert Longsdon, il dépensa une centaine de mille francs en essais qui durèrent plusieurs mois.

Sur ces entrefaites, Georges Rennie, ingénieur très connu, ayant visité les ateliers de M. Bessemer, engagea celui-ci à présenter les résultats de son invention, quelque imparfaits qu'ils fussent encore, à la réunion de l'Association britannique pour l'avancement des sciences (*British Association*), qui avait lieu quatre jours plus tard.

C'est dans ce court espace de temps que M. Bessemer prépara la communication dont il donna lecture à Cheltenham, en août 1856.

L'invention du nouveau procédé d'affinage ne fut pas accueillie sans contestations de tous genres. Attaques des métallurgistes, au point de vue théorique et pratique, chicane des légistes sur la validité des brevets, aucune épreuve ne manqua. Ce qui retarda le plus l'adoption du procédé, il ne faut pas craindre de le dire, c'est qu'en réalité le succès n'était pas complet.

Cinq usines avaient traité avec l'inventeur : les forges de Dowlais; John Brown, de Sheffield; Dixon, de Govan, près de Glasgow; les forges de Butterley ; enfin une étamerie du pays de Galles. Le payement d'une somme fixe les exemptait de toute autre redevance pendant la durée du brevet; de cette manière, l'inventeur toucha immédiatement plus de 600,000 francs. Les essais ne furent pas heureux, et ces premiers licenciés ne tardèrent pas à renoncer au procédé, qu'ils désespérèrent de pouvoir amener à une allure pratique. Que fait alors M. Bessemer? Voyant que la routine allait triompher, et que personne ne l'aidait à poursuivre son idée, il s'associe deux autres capitalistes et, avec son fidèle Longsdon, il installe lui-même à Sheffield une usine destinée à l'exploitation industrielle de son procédé.

Un voyage en Suède, dont ne nous parle pas M. Jeans, semble cependant avoir exercé une certaine influence sur les idées de M. Bessemer. Le traitement des fontes pures de ce pays, en éliminant les difficultés inhérentes aux diverses impuretés, devait en effet simplifier le problème.

Un progrès de premier ordre fut réalisé bientôt en dehors de

M. Bessemer et aurait pu forcer l'inventeur à partager ses droits avec le nouveau venu. Robert Mushet, cherchant à combattre l'état rouverain des premiers échantillons d'acier obtenus par ce procédé, imagina d'ajouter, à la fin de l'opération, une certaine proportion de fonte à facettes, ou fonte spéculaire de Prusse (spiegeleisen). Les expériences se firent en petit, dans des creusets de la contenance de moins d'un kilogramme; dans l'un on fondait des riblons d'acier Bessemer et dans l'autre du spiegel. En mélangeant dans de certaines proportions le contenu des deux creusets, Mushet fit disparaître complètement cet état rouverain et obtint de l'acier irréprochable. Des essais plus en grand, dans des creusets de 20 à 25 kilogrammes, confirmèrent ces premiers résultats, que plusieurs opérations dans un petit convertisseur de 3 à 400 kilogrammes mirent tout à fait hors de doute. M. Jeans semble attribuer à M. Mushet la découverte et l'explication du rôle que le manganèse joue dans l'addition finale comme réducteur de l'oxyde de fer en dissolution dans le métal. N'ayant pas sous les yeux le brevet pris par M. Mushet en 1856, je ne me prononcerai pas sur ce point, mais il me semble qu'il y a erreur. Tout au moins, si M. Mushet a prévu le rôle du manganèse comme réducteur, les divers industriels qui ont appliqué sa méthode si féconde de l'addition du spiegel sont-ils restés de longues années sans y croire ou en parler. Le spiegeleisen d'Allemagne a été employé pendant longtemps comme un remède empirique contre l'état rouverain de l'opération Bessemer, et l'explication n'en a été donnée d'une manière nette et conforme aux principes de la chimie que par les ingénieurs français. Ce n'est que lorsque ce rôle du manganèse a été admis d'une manière un peu générale, qu'on a pu acheter le spiegel en raison de sa teneur en manganèse et non plus sur la bonne mine de ses lamelles plus ou moins irisées.

Il est juste cependant de dire que M. Bessemer avait tellement compris que le manganèse était l'élément actif du spiegeleisen, qu'il avait imaginé la condensation de ce corps dans un produit spécial, le *ferro-manganèse*, réalisé ensuite pratiquement par Henderson, de Glasgow. Nous n'avons nullement l'intention d'amoindrir le mérite de M. Mushet, mais il faut bien cependant se souvenir qu'il n'eut pas une ferme confiance dans son invention, puisqu'il négligea de payer, en 1859, le droit de 50 livres sterling relatif à son brevet et laissa tomber celui-ci dans le domaine public.

M. Bessemer reconnut tout le service qu'avait rendu à son procédé

l'addition de spiegel imaginée par M. Mushet, en gratifiant bénévolement celui-ci d'une rente annuelle de 300 livres sterling. Le grand et heureux inventeur pouvait bien faire cette légère aumône à son collaborateur de la dernière heure, qui lui avait apporté le couronnement pratique et lui avait permis d'encaisser plus de *vingt-six millions de redevances*.

Ne nous effrayons pas de cette somme considérable payée à un seul homme par l'industrie du monde entier, félicitons-nous-en, au contraire, car, en 1856, la production de l'acier n'était que de 57,000 tonnes, avec une valeur moyenne de 1,500 francs la tonne; actuellement, grâce surtout au procédé Bessemer, la production de l'acier est de près d'un million de tonnes, avec une valeur de 250 francs la tonne environ. Après la fortune, les honneurs : tout récemment M. Bessemer a été créé baronnet; c'est une récompense bien tardive pour celui qui a rendu à l'humanité un service beaucoup plus grand que s'il avait découvert les mines d'or de la Californie et de l'Australie.

Voici, actuellement, les usines Bessemer du Royaume-Uni.

USINES.	NOMBRE DE CONVERTISSEURS.	CAPACITÉ.
		tonnes.
H. Bessemer et Cie — Sheffield	2	3
	2	
Bolckow, Vaughan — Eston	4	8
John Brown et Cie — Sheffield	4	7
	2	10
Brown, Bailey et Dixon — Sheffield	4	8
Ch. Cammell — Sheffield	4	4
	2	5
Ch Cammell — Yorkshire	2	7
Wilson, Cammell — Dronfield	4	6
Weardale Iron Cy — Tudhoe	4	2,5
Atlas Works — Glasgow	2	3
Samuel Fox — Sheffield	2	5
Bolton Iron et Steel Works — Bolton	4	6
London et N. Western Railway — Crewe	2	3
Manchester Sheffield and Lincolnshire Steel Cy		
Railway Company — Manchester	2	3,5
Mersey Steel Works — Liverpool	10	5
Gibraltar Works; Newton Heath — Manchester	4	3
Barrow Hœmatite Steel Cy — Barrow	16	6
	2	7,5
Dowlais Iron Cy — Dowlais	2	6
	2	5
	4	6
Ebbw Vale Cy — Ebbw Vale	2	8
	2	5
West Cumberland Steel Cy — Workington	2	8
	2	7
	2	6
Phœnix Bessemer Steel Works — Rotherham	2	2,5
Carnforth Hœmatite Iron Cy	2	6
Patent Shaft and Axletree Cy — Wednesbury	4	3
The Moss Bay Hœmatite Cy — Workington	2	7
Rhymney Iron Cy — Rhymney	3	8
Blaenavon Iron Cy — Pays de Galles	2	3

Procédé Martin-Siemens.

A côté de cet homme remarquable, l'industrie a trouvé également dans William Siemens un auxiliaire puissant. La métallurgie, qui emploie des températures élevées accompagnées de pertes énormes de combustible, fut heureuse de rencontrer des perfectionnements qui, tout en facilitant l'obtention de ces températures transcendantes, réalisaient de grandes économies de combustible.

Ici, nous sommes en présence d'un savant d'origine allemande, et

qui s'occupe d'applications de la science : familier avec la théorie mécanique de la chaleur, il est douloureusement surpris du gaspillage énorme de calorique pour obtenir un effet quelconque. Ses vues se tournent d'abord de ce côté.

Déjà, en 1817, le docteur Stirling, de Dundee, avait imaginé d'accumuler de la chaleur dans un corps perméable, pour en obtenir ensuite un effet donné. L'application de ce principe à la production de la vapeur réalisa une économie de combustible considérable, mais on y renonça, par suite de la complication mécanique.

Nous connaissons tous la machine à feu du Suédois Ericson ; l'air, chauffé par un foyer, après avoir, par sa détente, produit un travail sur le piston, traversait un treillis métallique où il se débarrassait d'une bonne partie de sa chaleur. Un changement de mouvement faisait passer de l'air froid sur ce treillis chaud ; cet air s'échauffait sans dépense avant de passer au foyer, et le treillis refroidi se trouvait prêt à fonctionner de nouveau comme un réservoir de chaleur.

Assisté de son frère Frédérick, William Siemens travailla longtemps la question du four à régénérateur de chaleur.

Dès 1856, ils avaient réalisé pratiquement ce mode de chauffage si apprécié et qui est appelé à un développement de plus en plus grand.

Nous n'insisterons pas sur ce point, qui n'est ignoré d'aucun de nos lecteurs ; nous dirons seulement que le combustible en couche épaisse se réduit en gaz dans un générateur à distillation lente. Ce gaz, après un refroidissement plus ou moins grand et qui n'est utile que s'il y a beaucoup de vapeur d'eau en présence, se rend d'abord dans un appareil de distribution, qui en règle l'admission suivant les besoins ; il traverse ensuite un enchevêtrement de briques, où les vides sont à peu près égaux aux pleins, pour ne pas trop diminuer la pression. Ces briques, dans une phase antérieure de l'opération, ont été échauffées par les produits de la combustion, après qu'ils ont eu donné leur effet utile; elles cèdent leur chaleur à ces gaz en se refroidissant peu à peu. Dans un autre compartiment rempli de briques et également chauffé par les produits de la combustion, passe l'air, qui rencontre ensuite les gaz chauds. Il les brûle dans le four à une température élevée, car elle résulte de l'échauffement initial de chacun des éléments qui se combinent, s'ajoutant à la chaleur développée par la combinaison même. De temps en temps, un renversement de marche fait passer les gaz

d'un système de chambres dans l'autre et permet une continuité de chauffage assez grande.

Cette réalisation pratique d'une idée féconde fut quelque temps avant d'être appliquée à la métallurgie de l'acier. Dès 1861, William Siemens avait proposé à Abraham Darby, d'Ebbw-Vale, de produire de l'acier sur sole.

Plusieurs personnes concoururent à la réalisation de ce problème. En France, le commandant Alexandre et M. Sudre échouèrent surtout par l'imperfection du chauffage. En Angleterre, Atwood se servit du four Siemens et s'approcha davantage de la vérité. En France, un autre frère Siemens se mit au travail avec M. Lechatelier, ingénieur des mines; ils firent, à l'usine de Montluçon, des expériences, dès 1863; mais la fusion de la voûte arrêta ces tentatives intéressantes.

Quant à William Siemens, il construisit à Birmingham une usine d'expériences (*sample Steel works*), devant marcher sous sa surveillance spéciale.

Il s'y livra à des recherches très variées, dont les différentes phases ont été consignées dans un grand nombre de brevets.

L'emploi partiel ou total du minerai de fer, pour la fabrication de l'acier fondu, caractérise surtout ces études métallurgiques : la fabrication des éponges de fer et leur incorporation dans un bain de fonte, maintenu liquide par le chauffage perfectionné à régénération de chaleur, y jouait le rôle principal; et, par les difficultés que présentait ce problème, la fabrication pratique et courante de l'acier fondu sur sole se trouva retardée.

C'est en France que, dans une voie différente et tout en utilisant le merveilleux mode de chauffage de l'inventeur anglais, fut résolue la fusion de l'acier sur sole.

M. Émile Martin, ancien officier d'artillerie, avait créé la fonderie de Fourchambault, près de Nevers, et l'avait dirigée avec succès pendant trente ans. En 1853, il vint s'installer à Sireuil, près d'Angoulême, dans l'intention de fabriquer des produits de choix, tels que essieux, bandages, pour lesquels l'acier puddlé était la matière première courante.

Voulant se tourner du côté de la fusion de l'acier, M. Martin et ses fils envoyèrent en Angleterre un ingénieur chargé d'étudier les fours Siemens. En dehors de la fusion du verre, le réchauffage des paquets de fer était alors, en 1862-1863, la seule application de ce nouveau

mode de chauffage. Un four à réchauffer Siemens fut donc installé à Sireuil à la suite de ce voyage. MM. Martin avaient étudié depuis deux ou trois années, mais sans succès, la fusion de l'acier sur la sole d'un four à grille ; voyant la température élevée qu'ils réalisaient avec les régénérateurs de chaleur, ils cherchèrent, malgré les efforts que semble avoir faits à cette époque M. William Siemens pour les détourner de cette voie, à appliquer le nouveau four à leurs recherches de fusion.

Nous n'entrerons pas dans le détail de la nombreuse série d'essais plus ou moins heureux que firent MM. Martin ; nous dirons seulement qu'appliquant à leur four à réchauffer Siemens certaines dispositions du four à grille, dans lequel ils avaient tenté de fabriquer de l'acier sur sole, ils réalisèrent, vers 1865, leur four de fusion. Un emploi judicieux des briques siliceuses de Dinas le rendit parfaitement propre à résister aux températures élevées que nécessite une semblable opération métallurgique.

Le procédé Martin-Siemens consiste dans la fusion, sur la sole d'un four à réverbère avec chauffage Siemens, d'un mélange de fonte, de ferrailles de fer ou d'acier, avec ou sans addition de minerai de fer. Le carbone de la fonte, dilué dans le mélange, est ensuite plus ou moins oxydé par l'influence des gaz, le contact de la scorie peroxydée et de l'oxyde de fer adhérent aux charges ajoutées successivement ; on constate la décarburation par une série de prises d'essais, en forme de rondelle, que l'on martèle immédiatement sans contreforger, et que l'on casse ensuite pour voir le grain du métal. Quand la décarburation est suffisamment avancée, on ajoute du spiegeleisen, comme dans le Bessemer, pour réduire l'oxyde de fer en dissolution dans le bain et doser le carbone, qui doit donner la dureté voulue.

Vers 1867 et 1868, M. William Siemens, réussissait de son côté la fusion de l'acier sur sole ; il chercha surtout à employer le minerai de fer et la fonte, qui constituent un bain plus économique que la fonte et les ferrailles. Il réussit, à Landore, près Swansea, à travailler exclusivement avec cette formule, fonte et minerai, et installa également en Écosse, près de Glasgow, une usine marchant de la même manière.

Il y a actuellement, dans le Royaume-Uni, quinze usines employant environ 90 fours pour la fabrication de l'acier sur sole. Voici quelle a été la marche de cette industrie :

1873.	77,500	tonnes.
1874.	90,500	—
1875.	88,000	—
1876.	128,000	—
1877.	137,000	—
1878.	174,000	—

En Grande-Bretagne, les établissements qui produisent de l'acier sur sole sont :

Landore Siemens Steel Cy.	24	fours.
Vickers et fils.	10	—
Bolton Steel et Iron Cy.	2	—
Ateliers de Crewe.	4	—
Ch. Cammell.	6	—
Dowlais.	6	—
Panteg Steelworks.	12	—
Sir Joseph Whitworth.	2	—
J. Spencer.	2	—
Henley et Cy.	2	—
Steel Company of Scotland.	12	—
Railway Steel et Plant Cy.	2	—
Albion Steel et Wire Cy.	2	—
The Steel Casting Cy.	1	—
MM. Withe et Challingsworth.	1	—
The Farnley Iron Cy Leeds.	2	—

Le système de chauffage Siemens s'applique également avec avantage à la fusion de l'acier au creuset. Cependant, le développement de cette industrie semble s'être ralenti dans ces dernières années. Appliqué à 500 creusets, ce mode de chauffage aurait pu produire 20,000 tonnes, tandis que nous ne constatons que les chiffres suivants :

1873.	5,900	tonnes.
1874.	3,300	—
1875.	4,000	—
1876.	4,150	—
1877.	3,900	—

A côté de ces modes de fabrication de l'acier, il conviendrait peut-

être de parler des tentatives de M. William Siemens pour fabriquer directement du fer avec le minerai.

A Towcester, près de Northampton, fut construite, en 1875, une usine composée de trois *rotators* ou sortes de cylindres horizontaux pouvant être animés d'une rotation plus ou moins rapide. Le gaz et l'air, provenant de régénérateurs du système que nous avons déjà décrit, entraient et sortaient par l'orifice du four, tandis que l'orifice d'avant était fermé par une porte. Le garnissage était en briques de bauxite aux extrémités du cylindre, et en oxyde de fer vers le milieu. On chargeait 1,500 kilogrammes de minerai en poudre et 450 kilogammes de houille menue, on donnait au rotator un mouvement lent pendant deux heures et demie; la réduction était alors terminée. On évacuait la scorie très chargée en fer, qui se produisait avec les éléments terreux de la charge, et on poussait vivement la chaleur, tout en augmentant la vitesse de rotation, pour faciliter la formation des loupes de fer, contenant 30 pour 100 de scorie et 70 pour 100 de métal. Ces loupes réchauffées étaient découpées à la cisaille, en forme de blooms de 100 kilogrammes environ; après laminage, ils donnaient des barres, qui ont pu servir à la fabrication de l'acier fondu à Sheffield.

Mais on ne tarda pas à reconnaître que le minerai devait être riche pour pouvoir obtenir un résultat commercial; ou, au moins, que le mélange devait être formé de moitié minerai riche et moitié minerai plus pauvre. Cette industrie fut donc arrêtée; elle vient d'être essayée de nouveau en Amérique aux usines Park à Pittsburgh, et, il y a quelques mois, aux forges de Tyrone, en Pensylvanie, pour produire de la matière affinée propre à être fondue au four Martin-Siemens.

Quoique les seuls procédés employés actuellement pour la production de l'acier en grandes masses soient le procédé Bessemer et celui de Martin-Siemens, nous passerons rapidement en revue, avec M. Jeans, quelques autres tentatives, qui ont approché plus ou moins du succès pratique.

Procédés divers.

Disons d'abord un mot de *Martien*, qui essaya l'affinage partiel et la purification de la fonte liquide en faisant traverser la masse par des jets d'air. Le procédé fut essayé d'une manière assez imparfaite. Dans

des canaux en fonte percés de trous et par lesquels l'air pouvait passer, on faisait couler la fonte en sortant du fourneau jusqu'à ce que sa solidification eût lieu. On voit qu'il ne peut y avoir la moindre analogie sérieuse entre cette action incomplète et rudimentaire de l'Américain Martien et l'affinage si complet du procédé Bessemer.

Parry, de l'usine Ebbw-Vale, dans le pays de Galles, imagina d'utiliser l'élimination du phosphore, qui a lieu au puddlage, pour réaliser l'emploi, dans la fabrication de l'acier fondu, de matières jusqu'ici considérées comme trop impures.

Les ferrailles étaient refondues au cubilot; elles s'y carburaient et on se proposait ensuite, soit de les passer au convertisseur Bessemer, soit de les affiner dans un vase ovoïde, fermé à la partie inférieure, ouvert par-dessus, et traversé latéralement par des jets d'air et de gaz combustible.

On ne voit pas très bien comment il serait possible de traiter au Bessemer cette sorte de produit peu carburé et dépourvu de silicium, sans projeter toute la charge hors du convertisseur.

Quant à l'autre système d'affinage, il n'y a rien à espérer d'un semblable mélange d'agents oxydants et réducteurs; aussi le procédé fut-il abandonné.

Franz Uchatius (Oukatsious) officier autrichien, résolut pratiquement et commercialement la fabrication de l'acier, en fondant ensemble dans des creusets un mélange de fonte granulée et de minerai de fer très riche et très pur.

En dosant avec soin l'oxyde de fer, on affine dans les limites que l'on désire. Chaque grain de fonte est entouré d'oxyde pulvérulent, l'affinage a donc lieu d'abord par la surface extérieure et gagne peu à peu le centre. Quand la température est suffisamment élevée, le petit noyau intérieur de fonte tend à se liquéfier; il fond donc, en faisant éclater son enveloppe de fer ou d'acier et tombe à la partie inférieure du creuset, tandis que la scorie produite par la gangue du minerai monte à la surface.

A Wikmanshytta, en Suède, on fait encore actuellement de l'acier par ce procédé, en employant le minerai le plus pur de Bispberg que l'on broie finement, que l'on tamise, et auquel on ajoute du charbon de bois en poudre; quant à la fonte, elle est truitée, très pure, puisqu'elle provient du traitement du même minerai, et on la granule en la laissant

couler lentement sur une roue à demi plongée dans l'eau et animée d'une rotation rapide.

Attwood, des usines de Tudhoe, dans le comté de Durham, essaya de fondre sur sole un mélange de fonte et de fer pour produire de l'acier fondu. Il se servit d'un four chauffé par le système Siemens et adapté à ce genre de travail. Après un premier insuccès, il employa des creusets et réussit alors, mais sans pouvoir lutter avec le procédé Bessemer. Actuellement, l'usine de Wolsingham, fabrique une assez grande quantité de moulages d'acier, dans de petits fours d'une capacité de 500 kilogrammes environ et en employant la fusion sur sole et l'addition de fonte siliceuse.

Le procédé *Heaton* est assez connu en France, grâce à l'étude si complète qu'en a faite M. Grüner. Il consistait dans l'affinage partiel de fontes phosphoreuses, par le nitrate de soude. La fonte liquide était versée dans une sorte de grand cylindre de tôle, garni intérieurement de terre réfractaire ; dans un double fond, séparé par une tôle mince ou une plaque de fonte perforée, se trouvait le nitrate de soude, dans la proportion d'environ 10 pour 100.

Sous l'action de la fonte, le nitrate se décomposait et un dégagement abondant de produits nitreux à divers états d'oxydation, traversait la masse liquide. Le silicium, une partie du carbone et une forte proportion de phosphore étaient oxydés ; il se produisait une masse demi-fondue, se séparant assez bien de la scorie alcaline qui était très fluide.

Voici un échantillon de l'opération :

	Fonte.	Produit.
Carbone.	2,830	1,800
Silicium	2,950	0,266
Soufre.	0,113	0,018
Phosphore.	1,455	0,298
Arsenic.	0,041	0,039
Manganèse.	0,318	0,090
Calcium.		0,319
Sodium.		0,144

L'élimination du phosphore n'était pas toujours aussi forte ; quelquefois elle n'atteignait que 60 pour 100.

On renonça à ce procédé, qui ne donnait ni du fer, ni de l'acier : il aurait pu fournir de la matière première pour l'opération Martin Siemens, s'il n'avait fallu dépenser 75 francs de nitrate par tonne de produit affiné. Du reste, le tremblement de terre, qui détruisit la ville d'Iquique, au Pérou, et bouleversa les exploitations de nitrate, renchérit tellement cette matière première indispensable au procédé, qu'on l'abandonna complètement après deux années d'expériences en grand.

Il y aurait lieu d'ajouter à cette série le prétendu procédé *Sherman*, employant l'iodure de potassium à dose infinitésimale pour déphosphorer la fonte ou l'acier. Nous pensons qu'il vaut mieux n'en pas parler.

Larkin, cherchant à faire revivre une imitation du procédé Chenot pour la réduction des minerais, en mettant les cornues horizontales au lieu de les placer verticalement, ne me semble pas mériter une mention spéciale, pas plus que les essais de déphosphoration de *Henderson*, de New-York, par l'emploi du spath-fluor.

Citons encore le procédé *Gallet*, qui cherchait, par l'action du carbonate de potasse mélangé à d'autres ingrédients plus ou moins innocents, la déphosphoration du fer destiné à la production de l'acier.

Le procédé *Peters*, consistait dans la fusion lente de la fonte, qu'on laissait tomber ensuite goutte à goutte dans le rampant vertical du four. Sous l'action des gaz du foyer, incomplètement dépouillés d'oxygène, on espérait un certain affinage épurateur; le procédé *Spence*, qui cherchait par deux foyers accolés à faire changer à volonté l'état plus ou moins oxydant des flammes d'un four à réverbère, sur la sole duquel on puddlait de la fonte pour acier.

Aucun de ces essais ne mérite le nom de procédé ; se sont des tentatives dont il est douteux que la métallurgie puisse jamais tirer parti.

L'acier en Amérique.

La première aciérie au creuset fut construite en Amérique vers 1734, dans le comté de Chester, par Samuel Nutt. Cette industrie se con-

centra ensuite aux environs de Pittsburgh où se trouvaient réunies les conditions les plus économiques.

Voici quel était, en 1876, l'état de développement de cette fabrication :

Nouvelle Angleterre.	1,098	tonnes.
New-York.	2,300	—
New-Jersey.	6,806	—
Pensylvanie.	28,217	—
Ohio.	700	—
Maryland et Tennessee.	261	—
	39,382	tonnes.

Le procédé Bessemer eut quelque peine à s'introduire en Amérique. Un certain William Kelly, maître de forges à Eddyville (Kentucky), fit, dès 1851, des expériences d'insufflation d'air dans de la fonte, avec l'intention de produire de l'acier fondu. La revendication de ces droits d'antériorité (bien plus encore que les essais informes de Martien), ne permit d'accorder à M. Bessemer qu'un brevet limité aux dispositions mécaniques.

Un procès eut lieu entre la Compagnie qui avait acheté le droit exclusif d'exploitation du procédé Bessemer aux États-Unis et celle qui avait concentré dans ses mains le brevet de Kelly et celui de Mushet, pour l'emploi de l'addition finale de spiegel; la guerre civile vint augmenter encore les difficultés et ce n'est qu'en 1866 qu'une entente entre ces deux Compagnies rivales permit de marcher de l'avant.

Une usine d'essais avait été installée à Wyandotte, en 1864, et les premiers rails fabriqués furent laminés aux forges de North-Chicago, le 24 mai 1865; ils sont encore en service sur une des lignes qui aboutissent à la capitale de l'Illinois.

Cette industrie nouvelle s'installa peu à peu dans les établissements dont nous donnons ici la liste complète.

USINES.	CONVERTISSEURS.	
	NOMBRE.	CAPACITÉ.
		TONNES.
Albany et Rensselaer Cy — Troy — N. York.....	2 1	5 1,5
Cambria Iron Works — Johnstown — Pensylvanie..	2	5
Pensylvania Steel Works — Baldwin — Pensyl.....	2	5
Newburgh Rolling mill — Cleveland — Ohio.....	2	5
North Chicago R. mill — Chicago — Illinois.....	2	5
Union Rolling mill — Chicago — Illinois.....	2	5
Joliet Iron and Steel Works — Illinois.....	2	5
Bethlehem Rolling mill — Pensylvanie.....	2	5
Edgar Thomson Steel Works — Pensylvanie... ...	2	5
Lackawanna Iron Works — Pensylvanie.....	2	5
Vulcan Iron Works — Saint-Louis — Missouri.....	2	5

On voit qu'il y a une grande uniformité de nombre et de capacité de convertisseurs dans chaque usine.

Voici quelle a été la production de l'ensemble de ces usines, comme rails d'acier seulement :

1867.	2,550	tonnes.
1868.	7,225	—
1869.	9,650	—
1870.	34,000	—
1871.	38,250	—
1872.	94,070	—
1873.	129,015	—
1874.	144,944	—
1875.	290,863	—
1876.	412,461	—
1877.	432,190	—
1878.	550,398	—

Nous donnons aussi la variation du cours moyen des rails Bessemer aux usines pendant les dix dernières années.

ANNÉES.	PRIX DE LA TONNE EN DOLLARS.	COURS DE L'OR.	PRIX EN FRANCS.
1868	158,5	140	600
1869	132,2	136	515
1870	106,7	115	510
1871	102,5	112	495
1872	112	112	530
1873	120,5	113	575
1874	94,2	112	450
1875	68,7	114	319
1876	59,2	110	285
1877	45,5	105	230
1878	42,2	102	220
1879	42,5	100	225

Le prix de 1879 est celui des premiers mois.

Le premier four Siemens-Martin fut introduit en Amérique par Cooper, Hewitt et Cie, propriétaires des aciéries de Trenton, dans le New-Jersey ; il fut en marche, dès 1868. Cependant la fabrication de l'acier sur sole fut très longue à s'implanter dans ce pays, parce qu'on ne l'appliqua guère à la production des rails. Voici quelles sont les diverses usines, ayant des fours Martin-Siemens à la date de la fin de l'année 1877.

Bay-State Iron C^{y}. — Boston (Massachusetts) : 1 four Martin-Siemens.

Beaver Falls Steel Works. — (Pensylvanie) : 2 fours.

Blair Iron et Steel C^{y}. — Pittsburgh (Pensylvanie) : 1 four.

Canton Steel Works. — Canton (Ohio) : 1 four.

Cleveland-Rolling-Mill. — Cleveland (Ohio) : 2 fours.

Midvale Steel Works. — Philadelphie : 1 four Martin-Siemens; 1 four Sellers.

Nashua Iron et Steel C^{y}. — (New-Hampshire) : 1 four Martin-Siemens.

New-Jersey Steel et Iron C^{y}. — Trenton (New-Jersey) : 1 four.

Norway Ironworks. — Boston (Massachusetts) : 1 four.

Otis Iron et Steel C^{y}. — Cleveland (Ohio) : 2 fours.

Pensylvania Steel C^{y}. — Philadelphie : 2 fours.

Rumford Chemical Works-Providence. — (Rhode Island) : 1 four.

Sheffield Steel Works. — Pittsburgh (Ohio) : 1 four.

Springfield Iron C^{y}. — Springfield (Illinois) : 2 fours.

Washburn Car Wheel C^{y}. — Hartford (Connecticut,) : 1 four.

La production de l'acier sur sole a fait des progrès très lents aux États-Unis.

1872.	3,000	tonnes.
1873.	3,500	—
1874.	7,000	—
1875.	9,050	—
1876.	21,490	—
1877.	25,031	—
1878.	36,126	—
1879.	56,290	—

Quant à l'acier au creuset, dont nous dirons peu de choses, sa production a doublé depuis 1872 et elle atteint aujourd'hui 56,780 tonnes.

Pour résumer la production de l'acier des États-Unis, en 1879, nous donnerons les nombres suivants :

Acier Bessemer	928,972	tonnes.
Acier au creuset.	56,780	—
Acier sur sole.	56,290	—
Autres aciers.	5,464	—
	1,047,506	tonnes.

Nous n'ajouterons guère d'autres détails sur la fabrication de l'acier en Amérique. On connaît les installations Bessemer de ce pays ainsi que leur puissance de production. Organisés pour la prise de la fonte au cubilot et largement outillés pour l'enlèvement rapide des lingots, les ateliers Bessemer arrivent à des productions qui nous étonnent.

Les renseignements les plus récents nous montrent qu'aux aciéries d'Edgar Thomson, près de Pittsburgh, on a fait, en mars 1880, avec deux convertisseurs de 5 tonnes, d'un lundi matin à un samedi soir, 366 opérations, qui ont produit 2,874 tonnes d'acier en lingots. C'est 62 à 64 coulées pour 24 heures.

Il est douteux qu'une production aussi intense ne soit pas obtenue un peu au détriment du prix de revient; les rebuts et le déchet semblent assez importants.

Les minerais de fer, utilisés jusqu'à présent pour la fabrication de l'acier en Amérique, sont assez abondants, mais situés à une assez grande distance du combustible.

Les hématites du lac Supérieur, renferment 60 à 66 pour 100 de fer et coûtent de 16 à 20 francs la tonne aux mines : on prétend que les gisements s'épuisent.

Au lac Champlin, on trouve aussi des minerais riches, mais une partie seule peut être exploitée pour Bessemer, le reste étant mélangé de phosphate de chaux. Le prix en est assez élevé, il est de 30 francs environ.

D'autres gisements, dans le Missouri et la Virginie, semblent d'une certaine importance et convenir à la fabrication de l'acier. Nous renvoyons d'ailleurs, pour cette question, au travail de M, Lowthian-Bell : *On the Iron manufacture of the United States* (1877).

L'acier en Allemagne.

Nous ne parlerons pas de la fabrication de l'acier par les anciens procédés, acier au bas foyer, acier puddlé, etc. Tout le monde connaît le rôle important que ce pays a joué dans ces industries, actuellement reléguées au second plan.

L'acier puddlé fabriqué pour la première fois à Haspe, en Westphalie, dès 1850, par les recherches d'un graveur nommé Bremme, assisté du chimiste Lohage, a été l'origine de la production considérable d'acier fondu, qui a illustré les usines d'Essen et de Bochum.

Lorsque M. Bessemer voulut garantir ses droits en Prusse, par un brevet, on lui opposa, comme fin de non-recevoir, une prétendue antériorité de Nasmyth, l'ingénieur anglais qui dispute au Creuzot l'honneur d'avoir imaginé le marteau-pilon. Cette antériorité ne put être établie d'une manière quelconque et cependant chacun eut le droit en Prusse d'employer le procédé Bessemer, sans payer de redevance.

Le premier établissement qui adopta le nouveau procédé, fut Essen. M. Krupp alla trouver M. Bessemer en Angleterre et lui proposa de lui payer 25,000 francs par an, pour avoir communication de l'état actuel de son procédé, plans, dispositions mécaniques, etc., avec le bénéfice des améliorations que l'inventeur pourrait introduire plus tard. Cette proposition fut acceptée et la première annuité fut payée, sous réserve que l'aciérie d'Essen serait seule en Allemagne à faire un semblable arrangement avec l'inventeur anglais. Au bout de deux années, l'annuité de M. Krupp cessa d'être payée, et M. Bessemer put traiter à l'amiable avec d'autres établissements, tels que Bochum et autres.

Sur ces entrefaites, les aciéries de Seraing se plaignant de payer une redevance, tandis que les usines allemandes ne payaient rien et venaient leur faire concurrence en Belgique, M. Bessemer chercha auprès de M. Krupp à savoir si réellement il fabriquait des essieux, des bandages, etc., par son procédé. Il ne put avoir de réponse satisfaisante. Alors les aciéries de Seraing envoyèrent à Essen des ouvriers, qui se firent embaucher dans l'usine Krupp et revinrent avec tous les renseignements suffisants pour établir que les bandages et les essieux qu'Essen envoyait en Belgique, étaient bien faits par le procédé de M. Bessemer. Celui-ci trouva équitable de dispenser désormais de toute redevance la Compagnie J. Cockerill.

Voici actuellement l'état de l'industrie Bessemer en Allemagne (1879).

Krupp (Essen).	15	Convertisseurs.
Bochum.	7	—
Aciéreries du Rhin.	6	—
Hörde.	5	—
Königshütte (Haute-Silésie)	4	—
Osnabrück.	4	—
Union de Dortmund.	4	—
Gutehoffnungshütte (Oberhausen). . .	4	—
Hösch (Dortmund).	2	—
Aciéries nouvelles de Bochum. . . .	2	—
Phönix (Ruhrort)	2	—
Ponsgen (Düsseldorf).	2	—
Rotheerde (Aix la Chapelle)	2	—
Steinhaus (Witten)	2	—
Königin Marienhütte (Zwickau) . . .	4	—
Döhlen (Dresde).	2	—
Maxhütte près Ratisbonne.	2	—
Id. à Welborn	1	—
Gienanth frères, à Kaiserslautern. . .	2	—
Niederbronn (Alsace-Lorraine) . . .	2	—
	74	—

La fabrication de l'acier sur sole par le procédé *Martin-Siemens*, s'est beaucoup moins développée en Allemagne qu'en France et en

Angleterre. Ce ne sont cependant pas les droits d'auteur, qui ont gêné les industriels, car ni Siemens, ni Martin n'ont pu obtenir de brevet.

Si quelque chose est original, c'est bien le mode de chauffage de M. Siemens avec récupération de chaleur; cependant le patent-amt de Berlin a prétendu trouver une antériorité, qui vaut la peine d'être racontée. Dans l'abbaye de Marienbourg, qui appartenait autrefois à l'ordre Teutonique et fait partie de la Prusse, depuis le milieu du quatorzième siècle, se trouve un calorifère disposé de la manière suivante. Dans la partie inférieure du fourneau on allume du feu ; les produits de la combustion s'échappent dans une cheminée après avoir échauffé des pierres amoncelées dans une chambre spéciale. Quand celles-ci sont suffisamment chaudes, on éteint le feu et on ferme la cheminée par un registre. On ouvre alors les bouches de chaleur de l'appartement, l'air froid passant sur les pierres chaudes vient circuler dans les différentes pièces.

Nous ne parlerons pas des aciéries Krupp, les renseignements que l'on donne sur cette usine se bornant généralement à une nomenclature d'appareils métallurgiques, plus ou moins défectueuse. Quant aux procédés, ils ne diffèrent pas sensiblement de ce que l'on voit plus facilement, dans les autres usines allemandes; c'est l'importance de la fabrication, qui est surtout remarquable.

Les usines de Zwickau, en Saxe (Königin-Marien hütte), dont les procédés sont décrits dans le livre de M. Jeans, ont en somme peu d'importance. Lors d'une visite que j'y fis, en 1875, il n'y avait que deux convertisseurs; leur nombre est porté à quatre maintenant.

Les fontes traitées sont assez manganésifères et permettent de terminer les opérations, sans addition de spiegel ou de ferromanganèse ; il n'y a pas de hauts fourneaux près des convertisseurs et l'on marche en seconde fusion, en se servant de cubilots. Les fontes y coûtent relativement cher, mais le combustible sur place est à assez bon compte.

Nous ne suivrons pas M. Jeans, en ce qui concerne la France; les renseignements n'ont quelque abondance que pour trois usines, le Creuzot, Terre-Noire et Saint-Chamond, et encore sont-ils fort incomplets.

En *Autriche*, nous passerons sous silence la fabrication des aciers fins, telle qu'on la pratique encore dans certaines parties de la Styrie et de la Carinthie.

La métallurgie nouvelle de l'acier par le procédé Bessemer s'intro-

duisit en Autriche, en 1862, à Turrach, en Styrie; puis, en 1864, à Hœft, en Carinthie, et à Neuberg, en Styrie.

En 1865, M. de Rothschild, après avoir fait essayer en Angleterre les fontes de son usine de Witkowitz, en Moravie, y installa également deux convertisseurs.

Voici actuellement l'importance des aciéries Bessemer en Autriche-Hongrie.

USINES.	Production en 1877.
Teplitz — Bohême	12.000 tonnes.
Kladno — Bohême	9.000
Witkowitz — Moravie	13.000
Teschen — Silésie	5.000
Ternitz — Basse-Autriche	14.000
Turrach — Styrie	1.267
Neuberg — Styrie	3.600
Gratz (sudbahn) — Styrie	—
Gratz (staatsbahn) — Styrie	—
Zeltweg — Styrie	10.000
Heft — Carinthie	5.800
Prevali — Carinthie	10.800
Reschitza — Hongrie	17.600

Ce qui caractérise l'industrie de l'acier en Autriche, c'est que les usines, qui sont placées daus le voisinage du minerai, ne marchent qu'au charbon de bois, ce qui limite beaucoup leur production. Dans ce cas, elles prennent la fonte au fourneau et leurs produits sont supérieurs.

L'usine de Ternitz, placée au pied du Sœmmering, reçoit ses fontes de Styrie et de Carinthie, et son combustible des frontières de la Silésie; elle n'a pas de hauts fourneaux et marche en seconde fusion.

Witkowitz, qui est à l'autre extrémité de l'empire, aux frontières de la Silésie, est sur le combustible; mais ses minerais viennent de Hongrie et de Styrie. C'est cependant l'établissement, qui semble le mieux situé pour une grande production.

Les usines de Bohême, Teplitz, Kladno, sont sur le lignite et près de la houille, mais elles ne peuvent s'alimenter que de minerais styriens, qui, étant carbonatés, sont relativement pauvres et se renchérissent beaucoup par un long transport.

L'Autriche, malgré ses montagnes de minerai supérieur, est donc dans de mauvaises conditions pour la fabrication économique de

l'acier par les procédés modernes. Aussi s'entoure-t-elle de droits de douanes aussi protecteurs qu'en France.

Le procédé *Martin-Siemens*, après s'être implanté sur une large échelle à Florisdorf, près de Vienne, n'est pas représenté en Autriche par de bien nombreuses usines.

Aux usines du Sud-Bahn, à Gratz, M. Prochaska, le nouveau directeur, a installé de grands fours imités de ceux que l'on peut voir en Angleterre, à Panteg en pays de Galles et à Newton, près de Glasgow, et qui existent aussi à Saint-Jacques-Montluçon, en France. Ce sont de grands fours de 10 tonnes, ayant une voûte surhaussée dans le milieu et des carneaux inclinés pour introduire l'air et le gaz. Avec ces fours, on peut se dispenser de chauffer au préalable les matières ; mais il n'est pas prouvé que, si la conservation des matériaux réfractaires est meilleure, ce ne soit pas au détriment de la consommation de combustible.

RUSSIE.

La Russie n'est un pays neuf en métallurgie, que pour les procédés les plus perfectionnés de fabrication de l'acier. On produisait depuis longtemps des fers aciéreux dans l'Oural avec les excellents minerais magnétiques de Gora-Blahodat et de Nijni-Taguilsk, traités au charbons de bois.

Il existait en Russie, il y a quelques années déjà, deux usines appartenant plus ou moins au gouvernement, et qui fabriquaient de l'acier fondu au creuset comme matière première pour les canons d'acier.

Le procédé suivi à l'usine de *Perm*, sur la Kama, affluent du Volga et à celle d'*Aboukoff*, sur la Néva, à 16 kilomètres de Saint-Pétersbourg, ne diffère pas sensiblement de ce qui est pratiqué actuellement chez Krupp. Vraisemblablement, les officiers, chargés du contrôle de la fabrication des pièces d'acier commandées à l'usine d'Essen, pour le gouvernement Russe, ont largement profité des facilités qu'ils avaient de tout voir pour installer ensuite, dans leur pays, des établissements analogues. Quand on a visité, par exemple, l'aciérie Krupp en ce qui concerne toute la série du travail nécessaire à la fabrication des pièces de canon de tout calibre en acier, et qu'on parcourt l'usine d'Aboukoff, on est frappé de la presque identité des installations. Même marteau-pilon de 50 tonnes (ainsi qu'à Perm), même mode de

coulée des lingots, même procédé de fusion au creuset avec puddlage préalable pour acier. L'usine de Krupp ne diffère que par la puissance plus grande de production et l'adjonction d'autres industries, qui ne se rencontrent pas dans les usines russes, dont il est question.

En dehors de cette fabrication spéciale, l'industrie de l'acier pour le matériel des chemins de fer, n'est installée que depuis quelques années en Russie, à la suite d'un régime douanier très protecteur et d'encouragements financiers de la part du gouvernement. Un droit d'entrée sur les rails d'acier, s'élevant, suivant le cours du rouble, à près de 180 francs par tonne; des commandes du gouvernement à des prix de 400 francs environ par tonne de rails, avec avances de fonds, ont fait surgir plusieurs établissements puissamment outillés.

Antérieurement à ces mesures fiscales, les usines D emidoff, dans l'Oural, avaient installé, en 1875, à Verknié-Salda, avec le concours de M. Valton, ingénieur de la Compagnie de Terre-Noire, une aciérie de deux convertisseurs Bessemer prenant la fonte au fourneau. Cette installation fut complétée l'année suivante par le procédé Martin-Siemens. Vers la même époque, les forges *Poutiloff*, à Saint-Pétersbourg, contruisaient un atelier Bessemer traitant la fonte du Cumberland pour la fabrication des rails.

Depuis, de nombreuses usines se sont élevées grâce aux encouragements du gouvernement.

Les aciéries d'*Huta-Bankova*, en Pologne, construites avec le concours de M, Verdié, de Firminy, sur le bassin houiller de Dombrowa, traitent au four Martin-Siemens, un mélange de fonte et de riblons de fer et d'acier.

Les aciéries d'*Alexandrofsky*, à 16 kilomètres de Saint-Pétersbourg, sur la Néva, en remontant vers le lac Ladoga, ont été fondées par la Société française des Fers et Aciers et M. Baird, qui possédait une petite forge dans la capitale même. Largement outillées, elles font, dès maintenant, 25,000 tonnes de rails d'acier en traitant au four Martin-Siemens, un mélange de fonte du Cumberland, de scraps d'acier et de vieux rails de fer du pays. On voit à Alexandrofsky un train ébaucheur et finisseur avec mouvement alternatif, du type de l'usine de Seraing, avec machine à vapeur à trois cylindres, type qui n'avait pas encore été appliqué à la conduite des laminoirs. Ces mêmes usines fabriquent également des obus en acier coulé sans soufflures pour le service de l'artillerie.

BELGIQUE.

L'industrie de l'acier n'a jamais été bien développée en Belgique. La nature pauvre et impure de ses minerais a empêché jusqu'à présent que cette fabrication puisse s'affranchir des matières premières importées.

Voici pour les dernières années quelques renseignements statistiques relatifs à ce pays.

ANNÉES.	ACIÉRIES BESSEMER.	NOMBRE DE CONVERTISSEURS.	PRODUCTION.	PRIX DE LA TONNE.
1870	1	2	5.977	300 fr.
1871	1	4	10.854	300
1872	1	4	14.985	350
1873	2	8	21.268	400
1874	3	10	36 584	325
1875	3	12	53.500	250
1876	3	12	71.758	200

Le principal établissement qui fabrique des rails d'acier est l'usine de Seraing. Quoique des hauts fourneaux soient voisins de l'atelier Bessemer, la majeure partie de la production provient de la fusion au cubilot des fontes anglaises du Cumberland. Le prix élevé du coke et l'éloignement du bassin de Liège des ports d'importation des minerais étrangers, rendent aussi peu avantageux la production de la fonte sur le lieu même de la conversion.

SUÈDE.

La Suède, pendant longtemps, a plutôt fourni des matières premières à la fabrication de l'acier, que des produits finis.

Malgré la pureté et l'abondance de ses minerais, l'absence complète de combustible autre que le charbon de bois, ne lui permettait guère que la fabrication de l'acier par les anciennes méthodes.

L'invention du procédé Bessemer fit espérer un instant à la Suède qu'elle allait pouvoir se livrer à une grande production d'acier. Une des premières licences fut prise par M. Görannson, qui, avec l'aide

scientifique de M. Kollberg, réussit pratiquement la nouvelle méthode, avant l'inventeur lui-même.

L'appareil employé fut longtemps *fixe*, mais dans ces dernières années, on lui substitua l'appareil mobile plus coûteux à installer, mais plus commode à manier. En 1878, il y avait 20 usines renfermant 40 convertisseurs Bessemer, dont 6 seulement étaient fixes : la production a été la suivante :

USINES.	PROVINCES.	MÉTAL BESSEMER.
Iggesund, Forsbacka, Sandviken.....	Gefleborg.....	9.881
Siljanfors, Fredshammer, Bœckas, Svartnæs, Abœckshytta, Ulfshytta, Langshytta.....	Kopparberg....	3.797
Vestanfors.....	Vestmanland...	2.786
Bangbro, Carlsdal.....	Œrebro.....	2.559
Björneborg, Borgvik, Langsbanhytta, Gustafsfors.....	Vermland.....	1.978

Il est étonnant qu'avec des conditions naturelles, qui semblent *a priori* très favorables, la fabrication de l'acier Bessemer ne se soit pas développée davantage en Suède. Cela tient à ce que la fonte est relativement chère dans ce pays ; les minerais n'ont guère en moyenne que 50 pour 100 et ils sont difficiles à extraire ; de plus, le combustible végétal se fait de plus en plus rare autour des usines et la végétation est lente à réparer ses pertes, dans ces climats rigoureux. Il n'y a donc que peu ou point d'exportation de produits lourds comme les rails et le pays est livré à sa seule consommation, qui est faible.

L'industrie Bessemer n'en a pas moins, en Suède, un caractère intéressant pour le métallurgiste. D'abord la fonte y est toujours prise au fourneau et c'est dans ce pays qu'on a opéré ainsi pour la première fois. Les souffleries y sont presque toutes hydrauliques et possèdent une force de 500 à 1,000 chevaux ; il en résulte que l'affinage, favorisé par une faible teneur en silicium, est achevé dans huit à dix minutes pour des charges variant de 2,100 à 4,200 kilogrammes. Pour obtenir 1,000 de lingots on consomme de 1,100 à 1,150 kilogs de fonte, suivant la rapidité de l'affinage.

Depuis 1868, on fabrique un peu d'acier Martin-Siemens, en Suède, et dans ces dernières années, plusieurs usines ont entrepris la produc-

tion sur sole des aciers sans soufflures par le procédé de Terre-Noire; ce sont les sociétés de Bofors-Gullspang, Motala, Fagersta et Uddeholm.

INDES.

On connaît depuis longtemps l'acier Wootz et d'intéressants détails sur ce mode de fabrication se trouvent dans l'ouvrage de Percy. On sait que c'est avec de petits creusets d'argile qu'on obtient ce produit peu homogène, mais qui possède des propriétés très remarquables.

Ce qu'on ignore généralement, surtout en France, c'est qu'une des premières licences pour la fabrication de l'acier Bessemer, a été prise par une société métallurgique de Madras, The Beypore Iron C^{y}; l'usine était en marche courante, dès 1861, et a cessé depuis ses opérations. Le convertisseur était fixe, comme dans les premières installations suédoises, et la fonte était prise directement au fourneau.

Nous n'insisterons pas davantage sur les ressources métallurgiques de l'Inde. Elles sont assez grandes, mais disséminées. Le combustible minéral n'est pas d'une qualité supérieure et d'ailleurs, le climat est peu favorable à l'installation d'une industrie, qui repose, avant tout, sur la production de températures élevées énervantes pour les ouvriers.

ESPAGNE, ITALIE.

Nous n'avons rien à citer en fait de métallurgie de l'acier par les méthodes nouvelles, dans l'un et l'autre de ces pays; ce n'est pas qu'un certain nombre de conditions naturelles ne se rencontrent dans l'un et dans l'autre, en Espagne, notamment, où l'abondance des minerais se joint à des gisements houillers importants, mais assez éloignés. En Italie, les minerais de l'île d'Elbe sont d'une richesse à peine entamée, mais l'absence de combustible minéral rend plus aléatoire encore l'installation d'une métallurgie puissante.

Nous ne suivrons pas M. Jeans dans la description de l'opération Bessemer ou de la fabrication sur sole. Pour être complet, il faudrait faire un traité de métallurgie, ce qui n'est pas notre intention et alors, l'ouvrage que nous analysons ne pourrait nous servir de guide; car

c'est par la partie théorique qu'il a certainement le moins d'importance, tandis que les renseignements historiques et statistiques qu'il renferme, sont précieux à consulter.

Nous renvoyons le lecteur à cette partie du travail de l'auteur anglais. Il y trouvera des plans d'installation d'aciéries, des dessins d'appareils, des descriptions, etc.; mais, pour ainsi dire, aucun renseignement économique ; c'est le grand reproche que nous ferons à l'ouvrage de M. Jeans.

Nous dirons quelques mots de la fabrication des aciers sans soufflures. En ce qui concerne le procédé Whitworth, par compression et dont la description est assez détaillée, nous renverrons à l'opinion de M. Tchernow, ancien directeur technique de l'usine d'Aboukow. Il a essayé cette méthode et il n'en a rien pu faire de bon. « Pour que le piston puisse suivre la contraction du métal jusqu'à solidification des portions les plus centrales du lingot, la pression doit être très considérable, etc.; la compression de l'acier à l'état fluide n'a pu encore être employée dans la fabrication d'objets de forme plus ou moins complexe et il convient d'ajouter à cela que M. Whitworth traite ensuite ces lingots coulés pression, par le martelage.

« Ainsi la question de la préparation de l'acier n'est pas résolue uniquement par l'emploi de la presse ; les avantages de ce procédé consistent seulement dans l'*économie du métal* dont on ne retranche pas une portion comme inutilisable. Mais les frais que nécessite ce procédé, d'autre part, dépassent de beaucoup l'économie du métal. Voilà pourquoi la presse Whitworth n'est employée dans l'Europe occidentale que dans l'usine de l'inventeur. »

Les modifications apportées ou proposées par l'usine de Neuberg et par M. Daelen, à la compression de l'acier à l'état liquide, ne constituent pas un procédé spécial et nous n'en parlerons pas.

Nous dirons quelques mots de l'emploi de la basse pression, ou pression directe de la vapeur, à la production des lingots sans soufflures.

Il a été question, l'année dernière, à l'Iron et Steel Institute, d'un procédé qui aurait été inventé en Amérique, aux aciéries Edgar Thomsom, près de Pittsburgh, et qui consisterait tout simplement dans l'emploi direct de la vapeur sur l'acier encore liquide. Cette méthode aurait été employée avec succès chez Bolckow-Vaugham, à Middlesbrough, et à Kladno, en Bohême.

Nous ne savons quel sort est réservé à ce procédé, qui aurait surtout pour but d'obtenir des extrémités de rails plus saines, mais nous ne voyons pas de différence sensible avec ce qui s'est pratiqué depuis 1877, aux usines Révollier-Biétrix, près de Saint-Étienne; la soi-disant invention américaine me semble donc la copie de ce qui a été décrit au Congrès de l'Industrie minérale de Saint-Étienne, tenu à Paris en 1878.

Il nous resterait à parler de la fabrication des aciers coulés sans soufflures par le procédé de Terre-Noire. Nous renverrons aux descriptions et communications qui en ont été faites à l'Iron Institute, à Londres, aux Ingénieurs civils, à Paris, et à la Société de l'Industrie minérale de Saint-Étienne.

Nous ajouterons que plusieurs usines emploient couramment ce procédé. En Amérique, l'aciérie de Midvale; en Angleterre, la Steel Compagny of Scotland; les usines de Newton, près Glasgow; MM. Samuel Fox, de Stockbridge, près Sheffield, et Boay-Bloomer et fils, de Team Valley Steel Works, ont traité également. En Suède, les usines dont nous avons déjà parlé et qui sont : Bofors-Gullspang, Motala, Fagersta et Uddeholm; enfin, en Russie, les aciéries d'Alexandrofsky, près Saint-Pétersbourg, et la fabrique de canons de fusils d'Ijeffsk, près de Perm.

Il nous reste à passer en revue avec l'auteur la troisième partie de son ouvrage; c'est-à-dire les *propriétés de l'acier*, pour terminer enfin par les *applications de l'acier*.

D'abord, les *propriétés chimiques* de l'acier, qu'il devient d'autant plus difficile de définir qu'un plus grand nombre de substances s'introduit dans sa composition. Le carbone est le corps qui se rencontre, en général, en plus grande abondance, il augmente la fusibilité de l'acier et la dureté, mais il en diminue la malléabilité.

L'influence du manganèse dans l'acier donne à M. Jeans l'occasion de faire une digression sur le rôle que le spiegel et le ferromanganèse jouent en métallurgie. Cette question a déjà été traitée longuement dans de nombreuses communications; j'aurais voulu cependant voir un chapitre spécial mettre encore plus en lumière ce point si intéressant. Nous ne parlerons pas des aciers phosphoreux, connus depuis longtemps à la Société des Ingénieurs civils et nous laisserons complètement de côté la déphosphoration, que l'auteur ne fait qu'effleurer et qu'il serait trop long de traiter ici.

L'étude des *propriétés physiques* de l'acier conduit à la grosse question des essais, depuis ceux de Kirkaldy, analysés ici par M. Brüll, jusqu'à ceux de M. Thurston, moins connus en France. Nous aurions aimé à voir dire quelques mots des nouvelles machines d'essai à plateau, où il y a toujours égalité entre l'effort supporté et celui qui est enregistré, mais la réputation des machines, si ingénieuses de M. Thomasset, ne nous semble pas avoir franchi le détroit.

Nous citerons seulement les travaux si remarquables de M. Tchernoff sur la constitution de l'acier. L'ancien directeur des usines d'Aboukoff vient de couronner son œuvre par une *étude sur la structure des lingots d'acier*, qui nous semble un modèle d'observation judicieuse, en dehors de toute hypothèse et dont on trouvera le texte complet dans la *Revue universelle de Liège*, tome VII, janvier-février 1880 et dans le *Bulletin de la Société de l'industrie minérale*, tome IX, 1re livraison 1880.

La question de la *soudure de l'acier* ne nous semble pas assez mûre pour en dire, même quelques mots. Le besoin, de plus en plus grand, de substituer le métal fondu au fer, fera forcément travailler les esprits; les progrès ne tarderont pas à se faire de ce côté et il faut avouer qu'on est encore bien loin de la solution.

L'emploi de l'acier comprend un certain nombre de chapitres, dont le plus intéressant est, sans nul doute, celui qui est relatif aux rails. On y voit commencer péniblement la substitution de l'acier au fer, pour arriver à l'exclusion complète de ce dernier dans les voies de chemin de fer.

L'emploi de la tôle d'acier aux constructions navales donne à M. Jeans l'occasion de montrer quelle influence l'exemple du gouvernement français a exercé sur l'amirauté anglaise. Celle-ci n'a commencé ses fameux navires l'*Iris* et le *Mercury* qu'après la visite de M. Barnaby, à Lorient, où s'élevaient déjà, sur les dessins de M. de Bussy de nombreux échantillons de ce nouveau genre de navires. Cette nouvelle application de l'acier n'est devenue possible qu'après la réalisation pratique de la fabrication du ferromanganèse riche par l'usine de Terre-Noire et l'emploi qu'elle en fit à la production des aciers extra-doux; plus tard, le Creuzot, Denain, etc., imitèrent avec succès cet exemple. La construction des navires en acier, qui n'est pratiquée en France que pour le gouvernement est, au contraire, appliquée en

Angleterre à un nombre de plus en plus grand de bâtiments appartenant aux particuliers.

Dans un document récent, nous trouvons qu'en 1877, le *tonnage de ce genre de navire n'atteignait pas plus d'un ou deux milliers de tonneaux*, les Compagnies d'assurances maritimes ne permettant pas de diminuer les épaisseurs de métal. A la suite d'une décision du Lloyd, relative à la substitution de l'acier au fer, le tonnage des navires en acier est monté à 12,000 tonneaux en 1879 et en atteindra très probablement 40,000 en 1880. C'est encore peu pour un pays qui, en 1879, a construit 273,246 tonneaux de navires en fer.

Pour les autres applications de l'acier, ponts, blindages, projectiles, bandages, essieux, etc., nous renverrons le lecteur à l'ouvrage lui-même, pour ne pas allonger encore ce compte rendu déjà trop volumineux.

RÉSUMÉ

DES

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

DU

MOIS DE JANVIER 1881

Séance du 7 Janvier 1881.

PRÉSIDENCE DE M. HENRI MATHIEU.

La séance est ouverte à huit heures et demie.

Le procès-verbal de la séance du 17 décembre est adopté.

M. GOTTSCHALK, Président sortant, prononce le discours suivant :

MESSIEURS ET CHERS COLLÈGUES,

Au moment de céder ce fauteuil à l'excellent ami, à l'éminent ingénieur, que vos suffrages ont appelé à nous présider pendant l'année 1881, mon premier devoir est de vous remercier pour le concours incessant que vous avez bien voulu prêter à votre Président de l'an passé, et qui a fait de l'année 1880, l'une des plus prospères et des plus fécondes en résultats que notre Société ait parcourues.

Mais avant de vous présenter le compte rendu de nos travaux et de vous montrer, je l'espère, que je n'ai rien avancé que de juste, j'ai un autre devoir plus grave encore à remplir.

Ceux qui restent doivent donner le salut d'adieu à ceux qui ne sont plus.

Le nombre est grand des collègues que la mort a ravis en 1880 à notre affection et à nos études. Hélas, il s'accroît avec l'âge et le nombre de nos sociétaires !

J'ai à vous rappeler d'abord la perte considérable que nous avons faite, au commencement de l'année, dans la personne de notre illustre et cher Président honoraire, M. le général Morin. J'ai essayé à cette époque de vous faire mesurer la grandeur de cette perte et j'attends la notice nécrologique qui conservera dans nos Bulletins le souvenir de cette grande figure à la fois militaire et civile.

Dans la séance du 16 juillet, j'ai eu encore le triste devoir de vous annoncer la mort de M. Isaac Pereire, l'un de nos membres associés les plus célèbres et l'un de ceux qui ont toujours témoigné le plus vif intérêt à notre Société. Ce qu'il a fait pour le génie civil et l'industrie mérite également les honneurs d'une notice spéciale.

Nous avons aussi perdu Adolphe Bellier, l'un des secrétaires les plus assidus de notre Société, et puis membre de notre Comité, enlevé trop tôt à l'affection de tous ceux qui ont connu cet homme de bien.

A ces pertes, si sensibles à notre Société, il faut ajouter celles de dix-huit autres collègues :

José Maria de Arbulu qui, venu d'Espagne, pour puiser son instruction à l'École centrale (1857), était rentré dans son pays natal comme directeur d'un établissement de 10,000 broches destinées à la filature et au tissage et d'une importante fabrique de teinture et d'impression.

Paul Blondeau, mon ami et contemporain à l'École centrale (1853) qui, après une belle carrière dans les charbonnages belges et aux mines de Blanzy, avait créé un cabinet d'ingénieur civil à Paris.

Capelle (Eugène-Gustave), ancien élève de l'École des Arts et Métiers de Châlons (1849) qui, après avoir travaillé en Angleterre, était devenu ingénieur des deux grands établissements de constructions maritimes de Nillus et Mazeline au Havre, puis inspecteur du Lloyd anglais dans la même ville.

Clément Desormes, digne successeur de son père comme constructeur de machines à Lyon.

Thomas Elwell, associé de la maison de construction de machines, Varral, Elwell et Middleton.

Fraenkel, originaire de Pologne, ancien élève de l'École centrale (1857) et qui fit sa carrière en Belgique.

Gandillot (Jules), sorti de l'École polytechnique (1856), successivement ingénieur aux chemins de l'Est et de l'Ouest, puis fabricant de fers creux et constructeur de travaux en fer.

Haass, représentant à Paris de l'usine Krupp.

Lagarde et Maury qui, bien que très jeunes encore, avaient fourni des carrières déjà bien remplies.

Monbro (Ferdinand), sorti de l'École des Arts et Métiers d'Angers (1857), et qui était à Paris le représentant de notre sympathique collègue Chapmann.

Morpain, élève aussi de l'École d'Angers et puis de l'École centrale (1876), et que cette double instruction avait déjà rendu particulièrement apte aux industries mécaniques.

De Pury (Gustave), ancien élève de l'École centrale (1843), ingénieur des ponts et chaussées du canton de Neuchâtel.

Roussin-Morel (Théodore), ancien élève de l'École centrale (1858), chimiste et importateur de matières premières pour impressions sur étoffes.

Rousseau (Louis), ingénieur en chef des ateliers de la Compagnie belge pour la construction du matériel de chemins de fer.

Rosycki (Stanislas), sorti de l'École centrale en 1843, et qui a travaillé de longues années au chemin d'Auteuil, puis aux chemins de fer du Midi.

Wœstyn Cornill, ancien élève de l'École normale supérieure, section des sciences (1850), ingénieur et administrateur de plusieurs sucreries en Russie.

Xavier (Jean), ancien élève de l'École centrale (1863), directeur-adjoint de la Société des immeubles de Paris,

Enfin, je vous rappellerai MM. Gaudeur Le Brun et Tessié du Motay, qui ont fait longtemps partie de notre Société et dont je vous ai signalé la perte cruelle pour la science industrielle et nos différentes Écoles.

Liste longue, chers Collègues, mais qui nous montre en même temps combien l'instruction libéralement répandue en France, forme d'ingénieurs distingués qui se répandent à leur tour par toute l'Europe et font honneur à leur patrie réelle ou adoptive.

Leurs mémoires ont droit à nos sympathiques souvenirs.

Après avoir rempli ce pénible devoir, je vous dois le résumé rapide des travaux accomplis dans le cours du dernier exercice.

Ces travaux sont tellement nombreux qu'il me sera difficile de les citer tous, et je prie d'avance ceux de mes Collègues que je pourrais involontairement oublier de vouloir bien me pardonner.

J'essaierai cependant de ne rien laisser de côté, en adoptant une classification qui se rapprochera autant que possible de la division en sections, entrée depuis longtemps dans la pratique de notre Comité.

Chemins de fer. — Messieurs, il y a un an, je vous disais que c'est en traitant en temps opportun les questions générales qui intéressent le pays tout entier, que nous affirmerions de plus en plus l'utilité publique de notre Société et que nous ajouterions à son importance et à la grandeur de sa mission.

Une idée que vous m'avez souvent entendu exprimer, Messieurs et chers Collègues, à savoir que l'initiative privée est le plus puissant des leviers, a reçu cette année une confirmation qui a dépassé toutes nos espérances; je la trouve dans les résultats de nos discussions aussi larges que désintéressées sur la question générale des chemins de fer et des travaux publics.

Je ne reviendrai pas sur ces brillantes discussions que j'ai eu occasion de vous résumer à la fin de notre séance du 21 mai.

Ce qu'ont dit ici les voix autorisées de nos anciens présidents, MM. Love et Molinos, celles de nos collègues, MM. Level, Courras, Cotard, de Coëne, Chabrier, Marché, Lejeune, Vauthier, Faliès, Roy et tant de confrères auxquels nous devons un travail collectif des plus intéressants sur la question des voies de transport, a eu de l'écho jusque dans les sphères gouvernementales. Le décret du 25 novembre est venu en témoigner, et, en appelant un de vos membres à l'honneur de faire partie du Comité consultatif des chemins de fer, donner une nouvelle et éclatante consécration à la reconnaissance d'utilité publique accordée à notre Société, il y a déjà vingt ans.

En dehors de la discussion sur la question générale des chemins de fer, diverses questions touchant au même ordre d'idées ont été traitées dans nos séances :

M. Ivan Flachat vous a donné d'intéressants commentaires sur une loi récemment promulguée et relative aux chemins de fer d'intérêt local et aux tramways.

Cette loi, quand elle sera bien entrée dans la pratique, et cela devient urgent, sous peine de voir la France rester en arrière de ses voisins, deviendra féconde en résultats pour le bien du pays et pour les ingénieurs civils.

Espérons que la Société ne tardera pas à entendre parler de ses applications.

M. Pontzen a traité la question du chemin de fer de l'Arlberg qui doit mettre en communication directe la Suisse, et par suite la France, avec l'Autriche-Hongrie; il vous a exposé les différents projets proposés et qui ont donné lieu à de vives polémiques tranchées, malgré l'avis de notre éminent collègue, M. Nordling, par l'adoption d'un tracé comportant des rampes de 30 millimètres et un tunnel de 10 kilomètres.

M. Mallet vous a donné à cette occasion des détails circonstanciés sur le projet que MM. Riggenbach et Zschokke avaient présenté pour la même ligne, avec des rampes de 80 millimètres, et il a développé à ce sujet quelques considérations sur le coût d'exploitation des chemins de fer à crémaillère, comparativement aux chemins ordinaires.

M. Mallet nous a également fait l'analyse d'un travail considérable de notre savant collègue, M. Colladon, sur les avantages du tracé d'un chemin de fer transalpin entre la France et l'Italie, par la vallée du Rhône et le Simplon.

M. Thomasset a défendu le tracé par la vallée de l'Arve et le mont Blanc, vivement attaqué par M. Colladon.

La question est toute d'actualité, comme celle du chemin de l'Arlberg, et on pourra prochainement se prononcer à cet égard lorsque des études, comparables à celles qui vous ont été communiquées par M. Lommel, pour le tracé par le Simplon, seront terminées pour le tracé par le mont Blanc.

M. Achard a traité devant vous la question du frein électrique dont il poursuit depuis tant d'années l'application avec une admirable persévérance; il a indiqué les derniers perfectionnements qu'il y a apportés pour en faire un frein continu applicable aux trains de marchandises aussi bien qu'à ceux de voyageurs.

A la suite de cette communication, la discussion s'est élargie et, embrassant l'étude comparative des divers systèmes de freins continus, nous a valu d'intéressantes observations de MM. Banderali, Georges Marié, Kapteyn et Hardy. La question de l'automaticité, entre autres, a été traitée d'une manière très développée; il semble néanmoins qu'elle ne puisse encore être tranchée d'une façon définitive.

M. Morandière nous a entretenus des perfectionnements apportés par M. Delessert dans la suspension des véhicules de chemins de fer ou de routes de terre et tendant à la suppression des trépidations du plancher.

En dehors des communications faites en séance, nos bulletins mensuels contiennent encore sur le même sujet :

1° Un mémoire de M. Jules Flachat sur les conditions d'établissement et d'exploitation des chemins de fer d'intérêt local, travail qui emprunte à la compétence de son auteur un sérieux intérêt d'utilité pratique.

2° Le rapport sur les locomotives à l'Exposition de 1878, rédigé par M. Douau, secrétaire-rapporteur de la commission chargée de l'étude de ces machines.

3° Un remarquable mémoire sur les travaux d'avancement du tunnel du Saint-Gothard et sur le raccordement exact des deux galeries, effectué le 29 février 1880, par M. Daniel Colladon.

Nous connaissons tous quelle part a prise à l'organisation de ce grand travail notre savant et infatigable collègue, Ingénieur-Conseil de l'entreprise Favre, et nous lui savons gré de nous avoir toujours tenus au courant de l'avancement de ce grand ouvrage.

4° Une description intéressante du chemin de fer établi sur la glace du fleuve Saint-Laurent, par M. le capitaine Deniel.

5° Enfin, le rapport de la section chargée de l'étude du matériel roulant des chemins de fer et tramways à l'Exposition de 1878, par votre actif et dévoué secrétaire, M. H. Vallot, rapport très consciencieux et qui contient un grand nombre de renseignements et de tableaux bien coordonnés.

Travaux publics et constructions. — Nous avons eu également de nombreuses et intéressantes communications dans la section des Travaux publics et constructions.

Dès le mois de février, M. Cotard, notre zélé collègue du Comité, faisant diversion à la discussion sur les chemins de fer, et posant devant vous, avec l'autorité qui lui appartient, la question préjudicielle relative à l'ensemble du programme général des travaux publics, a réclamé une part importante des ressources actuelles pour l'amélioration et le complément du réseau des voies navigables. La question a donné lieu à des observations intéressantes de la part de MM. Molinos, Courras, Badois, Dallot et Ivan Flachat.

Dans une communication ultérieure et plus spéciale, M. Cotard a insisté sur le développement à donner aux voies navigables, seul moyen, suivant lui, d'abaisser la moyenne des prix de revient des transports et d'arriver à des réductions de tarifs qui ne soient pas onéreuses pour le pays. MM. Marché, Faliès, Roy et Badois ont pris part à la discussion qui a suivi.

M. Seyrig, quelques jours après la catastrophe du pont de la Tay, nous a signalé les causes probables de la chute de l'ouvrage, avec une sûreté d'appréciation qu'est venue confirmer la seconde communication où notre Collègue a résumé les résultats de l'enquête faite à ce sujet.

Je vous rappelle qu'à cette occasion j'ai adressé, en votre nom, des remerciements à M. W. Barlow, le président de la Société des Ingénieurs civils de Londres, qui avait eu la complaisance de nous communiquer un dossier

complet de la très remarquable enquête qu'il avait eu à conduire au point de vue technique.

Notre collègue, M. Eiffel, en prenant part à la discussion qui avait suivi la première communication de M. Seyrig, nous a montré d'une façon saisissante en quoi les méthodes anglaises diffèrent de celles suivies en France, notamment depuis la construction des grands viaducs du chemin de fer d'Orléans par M. Nordling, pour l'établissement des grandes piles métalliques.

M. Eiffel nous a depuis lors décrit le projet, dont la construction vient d'être commencée, du viaduc de Garabit.

L'exécution de ce travail colossal mettra le sceau à la réputation de l'habile constructeur du pont sur le Douro.

Un de nos membres honoraires, M. le baron Engerth, dont le nom figure déjà avec honneur dans l'histoire des chemins de fer, a bien voulu, pendant un court séjour à Paris, nous entretenir des grands travaux de régularisation du Danube, et principalement de la porte flottante dont il a donné les plans et dirigé l'exécution, et qui a pour but de défendre Vienne contre les inondations par les eaux et les glaces du canal du Danube.

Chacun se rappelle cette communication pleine d'intérêt.

M. Hersent vous a développé avec une grande précision la nouvelle méthode de dérochement appliquée par lui au dérasement de la roche « La Rose » dans le port de Brest.

Cette opération délicate est organisée et conduite avec la sûreté de méthode qui caractérise les magnifiques travaux exécutés par notre Collègue, aussi bien en France qu'à l'étranger, à la plus grande gloire du Génie civil français.

Nous signalerons parmi les mémoires publiés dans nos Bulletins :

1° Une notice sur les principaux travaux de fondations d'ouvrages d'art à l'Exposition de 1878, par M. Hersent.

2° Le rapport sur les habitations ouvrières exposées en 1878, par M. Cacheux, question qui, si elle n'avait pas déjà par elle-même un grand intérêt, en emprunterait à la compétence de son auteur, constructeur lui-même d'habitations ouvrières.

3° Une note intéressante sur quelques cas spéciaux de montage de ponts métalliques, dans laquelle M. Seyrig nous a décrit les méthodes employées pour substituer sans interrompre le service de l'exploitation, des tabliers métalliques à d'anciens ponts en bois devenus insuffisants ou hors de service.

Métallurgie et Mines. — M. Ferdinand Gautier a traité à deux reprises différentes la question de la déphosphoration; il nous a exposé les progrès réalisés depuis un an dans l'emploi du procédé Thomas-Gilchrist, en Angleterre, en Westphalie, en Autriche, etc., et les résultats beaucoup moins tranchés obtenus jusqu'ici avec les procédés de déphosphoration sur soles.

Dans une seconde étude, M. Gautier appelait notre attention sur l'influence du manganèse dans la déphosphoration, travail qui a provoqué de très intéressantes observations de notre savant collègue et ami Jordan.

Notre ancien Président, qui n'a jamais cessé de tenir la Société au courant de ses remarquables études sur le chauffage par combustion intermoléculaire, nous a, à cette occasion, rappelé les derniers travaux du savant professeur danois Thomsen, auquel on doit la détermination des puissances calorifiques du phosphore et du manganèse, et nous a défini le rôle des éléments combustibles dans l'affinage au convertisseur. Il a fait une classification nouvelle, par catégories, des garnitures intérieures des fourneaux et appareils métallurgiques, et nous a signalé, à ce propos, combien il était flatteur pour la Société de trouver le nom d'un de ses anciens présidents, M. Émile Müller, attaché aux origines des garnitures basiques dont il proposait l'emploi, dès 1869, sous forme de briques en magnésie.

M. Lencauchez, dans un mémoire inséré dans notre Bulletin de janvier, a donné l'historique de la déphosphoration et expliqué la théorie de cette opération par des considérations qui diffèrent sur quelques points de ce qui a été dit aux séances dont je viens de vous faire le résumé.

Nous devons également classer dans la métallurgie l'important travail de M. Ferdinand Gautier sur l'Exposition de Düsseldorf et l'industrie du fer et de l'acier dans les provinces rhénanes. — Ce travail, communiqué en séance et inséré dans nos Bulletins, embrasse les nombreuses questions économiques, industrielles et statistiques, relatives à la fabrication de la fonte, du fer et de l'acier, ainsi que les applications de ces métaux à la construction des chaudières à vapeur, des voies entièrement métalliques, etc.

Enfin, pour compléter la longue série de ses études, M. Gautier a bien voulu nous remettre, pour être publié dans nos Bulletins, son compte rendu du livre de M. Jeans, le secrétaire bien connu de l'*Iron and Steel Institut*, sur l'acier, son histoire, sa fabrication et ses usages.

Mécanique et ses applications. — Les communications sur la mécanique ont été nombreuses et importantes. Dès le mois de février, M. Pifre nous a exposé les améliorations réalisées dans la construction des appareils Mouchot, pour utiliser l'action calorifique des rayons solaires et les diverses applications qu'on en peut faire.

M. Augustin Normand nous a décrit l'adaptation des formes élastiques aux bielles et paliers des machines à vapeur, adaptation qu'il a notamment réalisée dans les machines des torpilleurs construits pour le gouvernement français.

M. Marché nous a donné l'analyse du mémoire de M. Barba sur la résistance des matériaux et vous avez tous pu prendre connaissance de cet important travail, inséré *in extenso* dans nos Bulletins. M. Barba cite un grand nombre d'expériences faites méthodiquement dans le but de déterminer l'influence exercée sur les résultats des essais par diverses conditions, telles que le mode de préparation du métal, le mode d'expérimentation,

la forme et les dimensions de l'éprouvette; la théorie de M. Barba est fondée sur l'hypothèse que les déformations permanentes, subies par le métal, se produisent sans changement de volume. — Dans la discussion qui a suivi, notre éminent président honoraire, M. Tresca, si expert en la matière, nous a fait part d'observations pleines d'intérêt.

M. Clerc nous a exposé une nouvelle théorie de la résistance des poutres métalliques, dans laquelle il est arrivé à établir une formule à la fois générale, pouvant dispenser de faire des hypothèses sur la répartition des charges ou les dimensions de la poutre, et en même temps d'une forme qui en rend l'application pratique au moyen de procédés familiers aux ingénieurs.

M. Clerc a terminé sa communication par des considérations sur la continuité des poutres qu'on a cherché à battre en brèche malgré ses avantages, en manifestant la crainte de tassements aux points d'appui.

Cette question de la continuité a donné lieu à une courtoise et intéressante discussion entre notre savant et éloquent collègue de Comberousse et notre excellent confrère Dallot, dont la compétence sur le sujet des ponts métalliques ne saurait être contestée.

M. Quéruel, dans une communication sur les machines motrices, nous a donné les résultats obtenus comme dépense de vapeur par cheval indiqué et par heure dans diverses machines de construction récente et a conclu que, dans certains types de machines, il n'y a pas un grand écart entre les poids de vapeur calculés d'après les diagrammes d'indicateur et ceux qui résultent des pesées directes de l'eau d'alimentation.

M. Delaporte nous a fait l'analyse d'un mémoire de M. le baron Burg, le savant membre de l'Académie des sciences de Vienne, sur le calcul des soupapes de sûreté, calcul basé sur la théorie mécanique de la chaleur.

Nos Bulletins mensuels contiennent le mémoire de M. Allart sur les générateurs de vapeur à l'Exposition universelle de 1878, sur leur mode de construction, leurs appareils accessoires et leur alimentation.

Physique et chimie industrielle. — M. Antoine Bréguet nous a donné dans la séance du 23 janvier une analyse de l'*Essai de mécanique chimique* de M. Berthelot. Dans ce savant ouvrage, l'auteur s'est proposé de déterminer à quelles lois de mécanique devait obéir l'économie des phénomènes chimiques et physiques des réactions, et il a posé le principe du travail maximum d'après lequel tout changement chimique doit s'effectuer dans le sens du plus grand dégagement de chaleur.

Nous avons entendu une savante communication, qu'on pourrait appeler une conférence, de M. Raoul Pictet, sur la chaleur et la théorie générale des machines frigorifiques. Le jeune savant, que nous nous glorifions de pouvoir compter au nombre de nos nouveaux Collègues, venait à peine d'entrer dans notre Société, qu'il tenait à payer sa dette d'admission par une communication des plus remarquables sur les questions si importantes du calorique, de la température, de la chaleur spécifique, etc., en donnant

des démonstrations élémentaires des principes fondamentaux de la théorie mécanique de la chaleur.

Il a terminé par la description des principaux systèmes de machines à glace.

Sa communication nous a valu d'intéressantes observations de M. Armengaud.

M Armengaud, à son tour, nous a présenté d'une façon remarquable le photophone du professeur Graham Bell, conception vraiment extraordinaire et qui le paraîtrait encore davantage, si les précédents travaux du jeune savant américain ne nous avaient prédisposés au merveilleux.

M. Périssé nous a décrit les procédés employés pour le chauffage et la ventilation de l'École Monge, établis par notre regretté collègue d'Hamelincourt.

La discussion, soutenue par MM. Tresca, Bourdais et Couard, s'est bientôt étendue et, embrassant les questions générales de chauffage et de ventilation, a amené notre collègue Émile Trélat à nous développer ses vues sur ce sujet.

La même question est revenue plus tard devant vous, à propos du rapport que nous ont présenté MM. Demimuid et Herscher, délégués de la Société au Congrès des Ingénieurs et Architectes à Vienne, et qui avaient profité de l'occasion pour visiter et pour vous décrire les nouvelles constructions de la capitale de l'Autriche.

M. Herscher vous a parlé de l'Opéra de Vienne au point de vue de la ventilation et du chauffage qui font de cet édifice un modèle à citer et surtout à suivre.

A ce propos, M. Émile Trélat nous a résumé les conditions principales auxquelles devaient satisfaire un chauffage et une ventilation bien entendus.

M. Gauthier (Charles) a appelé votre attention sur les lacs riches en sulfate de soude de la région du Caucase et sur l'exploitation industrielle à laquelle ils pourraient donner lieu.

M. Douau nous a fait une communication sur un nouveau système d'inoxydation, de dorure et de platinage des métaux.

M. Charpentier a présenté une note sur une nouvelle méthode d'analyse volumétrique pour le dosage rapide de l'argent, du mercure et de l'azote, basée sur l'emploi des sulfocyanures alcalins.

M. Manoury nous a entretenus de l'extraction du sucre des mélasses et des sucraterie agricoles, question qui, en présence de la nouvelle loi de dégrèvement, présente un grand intérêt pour l'agriculture.

Nous avons donné dans nos Bulletins un mémoire de M. Gardé sur la distillation de la térébenthine et sur les progrès à apporter au traitement des produits résineux pour protéger cette industrie du Midi de la France contre la concurrence ruineuse de l'Amérique du Nord.

A la suite d'une lettre adressée par M. de Coëne sur les odeurs de Paris, M. Faure-Beaulieu nous a fait une importante communication sur les dif-

férents procédés d'extraction des vidanges, leur traitement et la fabrication du sulfate d'ammoniaque.

Cette communication a donné lieu à une intéressante discussion à laquelle ont pris part MM. Trélat, Thomas et de Cossigny, ainsi qu'à un certain nombre de lettres qui ont été résumées dans nos procès-verbaux.

Enfin, M. Auguste Moreau, dans une de nos dernières séances, vous a exposé la question, si importante pour les travaux publics, des explosifs et notamment de la dynamite-gomme.

Notre Vice-Président, M. Brull, si compétent sur ce sujet, y a ajouté quelques observations pleines d'intérêt.

Divers. — Cette longue énumération n'a pas encore épuisé tous les sujets traités devant vous et dont quelques-uns ne rentrent dans aucune des sections précédemment désignées.

Je ne puis cependant passer sous silence : le très remarquable mémoire de notre savant collègue et ancien président, Yvon Villarceau, sur l'application de la théorie des sinus des ordres supérieurs à l'intégration des équations linéaires. Son éminent auteur s'est proposé de faire connaître comment l'étude des problèmes, qui sont du ressort de l'ingénieur, peut contribuer au progrès de l'analyse mathématique et de signaler les avantages que peut présenter l'emploi des sinus des ordres supérieurs, dans la résolution des questions où les méthodes en usage se montrent impuissantes.

La Société ne peut qu'applaudir aux persévérants efforts faits, pour nous tenir au courant de ses intéressants voyages et de ses découvertes, par M. Soleillet, qui a profité de son court passage à Paris, pour nous raconter d'une façon émouvante les détails et péripéties de son dernier voyage dans le Sahara, le quatrième, depuis 1872. A ce propos, il vous a parlé d'un remarquable produit dont il a rapporté des échantillons en France, la sève d'une sorte de fucus, qu'on appelle le *Fernan* et dans lequel il espère trouver un succédané du caoutchouc.

M. Bourdil est venu nous entretenir de l'Exposition de Sydney, en prenant l'engagement d'en faire autant pour l'Exposition de Melbourne, où il est en ce moment.

Enfin, notre éminent collègue, Émile Trélat, a clos la longue série de nos travaux par une communication des plus intéressantes, faite avec cette éloquence qui lui est particulière, sur le Génie civil et les congrès de 1880. Il vous a tout particulièrement entretenus de l'*Association française pour l'avancement des sciences.*

Le noble but que poursuit cette œuvre, qui a pris pour devise « *Par la Science, pour la Patrie,* » trouvera de l'écho dans notre Société, et beaucoup de nos Collègues voudront certainement contribuer aux intéressants travaux de cette association.

Messieurs, je crains d'avoir abusé de votre patience et cependant j'ai encore, j'en suis sûr, omis bon nombre de faits qui vous ont été signalés.

J'espère néanmoins que cet extrait suffira pour attester que notre temps n'a pas été perdu dans les 21 séances tenues cette année et pour justifier ce que je vous disais en commençant : que l'année 1880 avait été, grâce à vous tous, Messieurs, une des plus brillantes de notre Société.

Nous n'avons rien négligé pour rendre vos séances aussi intéressantes que possible, pour faire traiter de préférence toutes les questions qui avaient un caractère d'actualité bien reconnu ; nous avons fait imprimer d'avance quelques-uns des mémoires à discuter de façon à les communiquer en temps opportun aux Collègues intéressés, en invitant aux séances tous les ingénieurs spécialement compétents pour la discussion des questions à l'ordre du jour, que ces ingénieurs fussent membres de la Société ou non, qu'ils fussent Français ou étrangers.

Nous avons eu la satisfaction de constater que vous encouragiez nos efforts, non seulement par vos communications de tous ordres, mais encore par la grande part que vous avez prise aux discussions et par votre assiduité aux séances, malgré nos ordres du jour très chargés et, faut-il le dire déjà, malgré l'exiguïté de notre salle de réunion.

En dehors des séances du bureau et des Commissions, votre Comité s'est réuni 21 fois pour expédier les affaires courantes et pour prendre quelques décisions importantes dont la plupart ont déjà porté leurs fruits.

C'est ainsi que, dès ses premières séances, votre Comité décidait qu'à partir du 1er janvier 1880, la publication des Bulletins de la Société serait mensuelle et qu'il y serait ajouté une chronique industrielle et des comptes rendus des travaux des autres sociétés savantes.

L'un des membres du Comité, notre sympathique et dévoué collègue, M. Mallet, acceptait dès le début les fonctions de Secrétaire-Rédacteur, et vous avez tous pu juger avec quel tact, quelle exactitude et quel talent il s'acquittait de sa nouvelle tâche.

La Chronique et les Comptes rendus ont été tellement appréciés que beaucoup de fragments en ont été reproduits dans des publications savantes, qui, par parenthèse, n'ont pas toujours cité la source de leurs emprunts.

Vos récents suffrages ont prouvé que vous reconnaissiez les services rendus par M. Mallet, et votre Président, en se retirant, ne saurait laisser échapper cette occasion de remercier du plus profond de son cœur le collaborateur émérite que le Comité lui avait donné et qui, en dehors de ses chroniques et comptes rendus, toujours si bien rédigés, ne lui a jamais refusé sa coopération pour l'ensemble de sa gestion.

Je n'oublierai pas non plus de vous signaler le dévouement de M. Husquin de Rhéville, fils de notre estimable secrétaire-archiviste, qu'une longue et cruelle maladie a empêché de prendre aux travaux de la Société une part aussi active qu'il le faisait depuis trente-deux ans.

La transformation de nos Bulletins exigeait des efforts considérables et une activité spéciale.

Rien n'a été négligé pour arriver en temps opportun et dans les meilleures conditions, ainsi que chacun de vous a pu le constater, par une régularité plus grande dans la distribution des procès-verbaux et des Bulletins. Le dernier, le Bulletin de décembre est en préparation et rien ne s'opposera, je l'espère, à ce qu'il vous soit distribué dès les premiers jours de janvier.

Des progrès restent encore à réaliser dans cette voie, mais ils dépendent moins de nos imprimeurs que des Collègues qui nous font des communications et que je prends la liberté de renvoyer à l'avis publié à la suite du procès-verbal de la séance du 5 mars dernier. En s'y conformant, nos Collègues intéressés activeront encore davantage la distribution des procès-verbaux.

En nous habituant à parler devant un sténographe, comme cela s'est pratiqué cette année à titre d'essai, nous parviendrons à préparer et à régler de mieux en mieux nos discussions, point très important pour les Sociétés.

Mais revenons aux décisions de votre Comité :

Entre autres, dans ses séances des 20 février et 5 mars, il a établi qu'à partir de 1881, la Société cesserait d'avoir un libraire accrédité et que les abonnements à ses Bulletins seraient pris directement au siège de la Société.

Le Comité a aussi agité la question d'organiser, pendant les vacances, des sessions ou congrès en dehors du siège social, et c'est à la suite de cette discussion que je vous ai fait, dans la séance du 21 mai, la proposition d'imiter ce qui se passe dans beaucoup de sociétés savantes, en tenant un congrès en Belgique et puis en Hollande.

Je prends la liberté de recommander cette proposition à vos méditations ultérieures.

Dans ses séances des 4 et 18 juin, le Comité s'est occupé de la médaille à décerner au meilleur mémoire déposé au cours de l'année 1879.

Aux termes du programme de concours la Commission, composée du Président et des Vice-Présidents, a décidé que cette médaille serait accordée à notre sympathique collègue et habile ingénieur, Huet, pour son travail sur le Laurium.

Je crois devoir vous rappeler à ce propos qu'il reste encore une médaille disponible provenant des années antérieures et, qu'ainsi, la Société aura deux médailles à distribuer en 1881 pour les nombreux et remarquables mémoires déposés en 1880.

Dans sa séance du 1er octobre, votre Comité, désirant resserrer les liens de bonne harmonie qui règnent entre notre Société et celle des Ingénieurs et Architectes de Vienne, décidait de déléguer MM. Reinhardt, Demimuid et Herscher, au Congrès qui devait y traiter la question de l'avenir des Ingénieurs et Architectes en Autriche.

Vous connaissez les heureux résultats qu'a produits pour nous cette marque de sympathie donnée aux ingénieurs étrangers, et vous vous rap-

pelez encore les remarquables communications qui furent la conséquence du voyage de MM. Demimuid et Herscher.

Enfin, Messieurs, votre Comité n'a pas voulu se séparer sans proposer à votre Assemblée générale la nomination d'un nombre restreint de membres correspondants dans le but de nous créer de nouvelles sources d'informations pour nos Bulletins et nos Chroniques et d'aider au recrutement des membres nouveaux, espoir et avenir de notre Société.

Au point de vue financier, Messieurs et chers Collègues, l'année 1880 n'a pas été moins prospère.

Le compte rendu qui vous a été fait dans notre dernière séance et la comparaison que notre cher trésorier vous a présentée entre les résultats de 1880 et ceux des années précédentes, l'ont prouvé surabondamment.

Dès le commencement de l'exercice, votre Comité, en raison de l'extension donnée à vos Bulletins, avait ouvert un crédit de 12,000 francs, à prendre au besoin sur les réserves du fonds courant, pour les augmentations de dépenses du personnel et d'impression de vos Bulletins, qui, de 74 feuilles, devaient être portées à un minimum de 84.

Ce minimum a été dépassé, et, bien que nous n'ayons fait aucune économie inutile, que nous ayons même payé quelques dettes antérieures de la Société, notre supplément de dépenses, en 1880, n'a été que de 5,199 fr. 16, de telle sorte que l'avoir de notre fonds courant, qui était de 37,274 fr. 19, en fin 1879, se trouve porté, en fin 1880, à 63,036 fr. 10.

De même, le fonds inaliénable espèces, après un remboursement, en 1880, de 20 obligations au lieu de 9 en 1879, s'est, grâce aux nombreuses exonérations, élevé à 14,377 fr. 47 en fin 1880, au lieu de 6,918 fr. 72 qu'il était en fin 1879.

Il en résulte pour la Société l'heureuse perspective de pouvoir anticiper le remboursement de l'emprunt qu'elle a dû faire pour la construction de son hôtel.

Ces excellents résultats sont dus, non seulement à une bonne gestion de vos finances, mais encore et surtout au recrutement tout à fait extraordinaire des membres nouveaux, aux dons volontaires que quelques-uns, comme MM. de Rothschild, Pereire, Godillot et Montagnier ont faits en entrant, et enfin à l'abandon généreux des obligations sorties aux tirages, fait par quelques membres anciens, comme MM. Mayer et Giffard.

Notre trésorier vous a appris que le nombre des membres nouveaux, reçus jusqu'au 3 décembre 1880, s'était élevé à 264; de nouvelles adhésions sont venues depuis cette époque et j'ai le plaisir de vous annoncer qu'en totalité elles ont dépassé 300, ce qui est le double des adhésions des années les plus favorisées.

Des noms qui nous manquaient ont tenu à se joindre à nous; les hommes de science les plus distingués comme les plus grands industriels, tels que les administrateurs des principales compagnies de chemins de fer, de nos premiers établissements métallurgiques et de construction, ont voulu vous

donner des preuves de leur sympathie et se sont fait admettre les uns, comme membres sociétaires, les autres comme membres associés.

Il y a eu de la part de tous un concours qui ne peut que nous faire bien augurer de l'avenir de la Société.

Permettez-moi de remercier encore une fois en public et en votre nom nos nouveaux Collègues qui ont si bien répondu à notre appel et de leur associer dans nos remerciements tous nos anciens confrères qui nous ont aidé dans la tâche du recrutement.

C'est grâce à vos efforts réunis, Messieurs, que notre Société comptait plus de 1,800 membres au 1er janvier 1881.

Espérons que ce concours continuera et que le nombre de nos membres pourra bientôt atteindre l'importance de celui d'autres associations françaises et étrangères du même genre (dont quelques-unes ont dépassé le chiffre de 4000).

Messieurs et chers Collègues, avant de mettre fin à ce compte de gestion déjà bien long, permettez-moi quelques mots encore.

Quand j'ai accepté l'année dernière une mission que je n'avais pas ambitionnée, une tâche dont j'étais d'abord effrayé, j'ai été heureux d'invoquer le souvenir de notre grand maître, Eugène Flachat, sous les ordres duquel j'ai eu l'honneur de débuter dans la carrière. Je veux rester fidèle à sa mémoire et à ses leçons.

Rappelez-vous le beau discours par lequel l'illustre fondateur du Génie civil inaugurait l'hôtel de la Société en 1872. Après vous avoir raconté l'histoire des ingénieurs civils en France; il vous faisait voir que *notre profession est essentiellement liée au progrès des sociétés modernes par son plus beau côté, l'application utile des sciences exactes, la défense de la liberté de l'industrie et de l'initiative individuelle.* Il concluait, en disant que *notre intérêt le plus sérieux était l'union des ingénieurs de toutes les origines dans la carrière qui conduit par la voie la plus rapide au développement de la production dans toutes les branches.*

N'ayons garde d'oublier les préceptes de notre cher maître.

Nous qui sommes pour l'accroissement incessant de la richesse publique par le travail, restons plus que jamais les champions de la liberté industrielle et continuons à faire œuvre d'initiative.

Soyons fermes dans ces principes qui nous conduisent sagement, pacifiquement au but où nous sommes portés par la force des événements.

Sous le gouvernement de la République, l'initiative privée est appelée à à jouer un rôle prépondérant. Il faut qu'elle entre dans nos mœurs et qu'elle remplace peu à peu l'action gouvernementale, partout où cela est possible, sous peine de voir la vieille Europe reculer sur le terrain économique devant la jeune Amérique.

Vous voyez donc l'avenir immense réservé à une Société comme la nôtre.

Pour le réaliser plus sûrement, restons unis et, comme le disait M. Flachat, *ayons les uns pour les autres des sentiments de confraternité, respectons*

même les divergences de nos opinions, ne troublons jamais la bonne harmonie qui doit exister entre nous.

Nous sommes aujourd'hui assez nombreux et assez forts pour ne craindre aucune influence contraire.

Notre drapeau a des plis assez amples pour abriter tous ceux qui appartiennent à notre profession et tous peuvent venir avec confiance se ranger autour de nous, sous notre devise : UNION, TRAVAIL ET LIBERTÉ !

M. Henri MATHIEU prend place au fauteuil et prononce le discours suivant :

MESSIEURS,

Ma première parole doit être pour vous remercier de l'honneur que vous me faites en m'appelant, cette année, à présider vos séances.

J'y trouve, pour moi, une grande satisfaction, j'y trouve aussi des témoignages d'amitié, d'attachement et d'estime qui, tous, me sont précieux.

Élu, par vos suffrages, d'abord secrétaire, dans les premières années de notre organisation, puis membre du Comité, ensuite deux fois Vice-Président, je vois aujourd'hui ma carrière industrielle couronnée par une distinction, bien enviée, mais que je n'osais pas ambitionner, celle de Président.

Recevez-en toute ma reconnaissance.

Le Collègue et ami, auquel je succède, me rend la tâche facile; par l'ampleur qu'il a su donner à nos travaux, par la direction qu'il a imprimée aux discussions sur les sujets traités ici, par les ressources financières qu'il a fait arriver dans la caisse de notre vigilant trésorier, tout s'est élargi, tout a grandi; et, cependant, cette tâche me semble lourde; il ne suffit pas, en effet, d'avoir fait un brillant héritage pour vivre dans l'abondance, il faut surtout savoir le bien employer, et c'est par là que je crains d'avoir pris une charge au-dessus de mes forces.

Toutefois, vous pouvez compter sur mon dévouement et sur ma bonne volonté.

Maintenant, permettez-moi, Messieurs, moi qui suis aujourd'hui un des plus anciens de notre Société, de vous parler de notre origine, de nos travaux, ainsi que de l'organisation des Sociétés étrangères, semblables à la nôtre.

Vous le savez, Messieurs, notre Société a été fondée en 1848, par un petit groupe d'anciens élèves de l'École centrale, composé de Ch. Callon, Thomas, Alcan, Faure et Laurens — qui seul survit à ses amis dont le souvenir doit être précieusement conservé parmi nous.

Leur but était de constituer, au moyen d'une association amicale des anciens élèves de l'École centrale, une Société des Ingénieurs civils analogue

à celle qui existe en Angleterre. Mais ils comprirent bien vite que cette Société ne devait pas être exclusive, et que, pour être forte, elle devait appeler à elle tous les ingénieurs civils de la France. La Société fut dès lors organisée, comme elle l'est aujourd'hui, admettant dans son sein : « toute personne exerçant ou ayant exercé la profession d'ingénieur, les industriels et aussi les hommes s'occupant spécialement de l'étude des sciences qui se rapportent à l'art de l'ingénieur. »

La première séance a eu lieu, le 11 mars 1848, dans un amphithéâtre de l'École centrale, sous la présidence de Ch. Callon, qui après la constitution définitive de la Société, le 18 mars, céda le fauteuil à Eugène Flachat. Voici donc bientôt trente-trois ans que notre Société existe. — A la fin de la première année, le nombre des membres était de 221, il est au 1er janvier de cette année de 1,800.

D'après les comptes qui vous ont été présentés, les dépenses de l'exercice qui vient de finir, ont été de 57,570 francs, et l'avoir de la Société s'élève aujourd'hui à la somme de 301,620 francs.

Ainsi, au point de vue matériel, notre existence est solidement établie, elle ne peut que s'accroître dans l'avenir.

D'un autre côté, au point de vue de la considération et de la notoriété, notre Société a fait aussi sa place. — L'importance des sujets traités dans nos séances, leur variété, les discussions auxquelles ils donnent lieu, les rapports, les mémoires et les notes insérés dans les Comptes rendus mensuels, ont appelé sur elle l'attention du monde industriel, et aujourd'hui nous pouvons dire, sans vanité, que notre Société a gagné légitimement l'importance qu'on lui reconnaît, consacrée d'ailleurs par le décret du 22 décembre 1860, qui l'a déclarée d'utilité publique.

Les questions de la navigation et celles des chemins de fer, qui, entre autres, ont occupé l'année dernière un grand nombre de vos séances et qui ont été si habilement dirigées par votre Président, M. Gottschalk, ont donné la mesure des ressources qui existent dans notre Société. C'est le devoir du Président de les mettre au jour, c'est aussi ce que je m'efforcerai de faire.

Les fondateurs de notre profession, Messieurs, rencontrèrent, comme vous le pensez bien, de grandes difficultés au début de leur carrière. Il n'y avait pas seulement les travaux publics à entreprendre, il fallait encore pénétrer dans toutes les branches de l'industrie.

Les premiers pionniers furent, parmi les plus célèbres : Marc Séguin, Vuigner, Fourneyron, Stéphane Mony, Eugène Flachat, Perdonnet, dont je vais brièvement vous entretenir.

On peut fixer la date de leurs premiers travaux entre les années 1820 et 1832.

Marc Séguin, est le plus ancien, c'est lui qui, comme vous le savez, construisit en 1820, à Tournon, sur le Rhône, le premier pont suspendu en fil de fer, dont le système eut ensuite un succès considérable et de très nombreuses applications; on en compte plus de 400.

Il est également l'inventeur de la chaudière tubulaire qu'il essaya d'abord sur les bateaux du Rhône, et qu'il appliqua ensuite aux locomotives, vers 1827, alors qu'il était directeur du chemin de fer de Saint-Étienne à Lyon.

Marc Séguin et ses trois frères Camille, Paul et Charles, constituèrent une association d'hommes instruits, ardents au travail et qui, par leurs aptitudes différentes, présentaient les conditions nécessaires et même indispensables pour entreprendre de grands travaux. Les frères Séguin, en effet, réunissaient ensemble les aptitudes d'ingénieurs, d'administrateurs et de financiers.

Ce sont eux qui, concessionnaires, en 1825, du chemin de fer de Saint-Étienne à Lyon, en étudièrent le tracé, l'exécutèrent et en firent l'exploitation.

Ce n'est pas sans luttes contre l'omnipotence administrative qu'ils sont arrivés à leur but, mais ces luttes ont été profitables à tous, car le résultat a montré ce que l'esprit d'association pouvait produire dans l'exécution des grandes entreprises.

Les frères Séguin n'en restèrent pas là; après la construction du chemin de fer de Saint-Étienne à Lyon, ils eurent la concession de travaux très importants, parmi lesquels je citerai : la construction du chemin de fer de Paris à Versailles (R. G.); celle de la ligne de Montereau à Troyes et une section du chemin de fer du Nord.

Marc Séguin, né en 1786, est mort à Annonay, sa ville natale, à l'âge de quatre-vingt-neuf ans. C'était non seulement, un ingénieur distingué, mais c'était encore un savant, car ses travaux remarquables sur la mécanique et sur les sciences physiques, lui ouvrirent, comme correspondant, les portes de l'Académie des sciences.

Marc Séguin ne faisait pas partie de notre Société; dès l'année 1840, il s'était retiré des affaires industrielles et vivait à Montbard au milieu des siens, occupé des sciences qu'il aimait et qu'il a cultivées jusqu'à son dernier jour.

Un seul des frères Séguin fut des nôtres, c'était Paul Séguin, qui, pendant plusieurs années, a été membre du Comité.

Esprit loyal et pratique, il s'est toujours fait remarquer par la justesse de ses appréciations et la droiture de son caractère.

En mourant, il a fait un don généreux à notre Société, à laquelle il s'était attaché.

Les frères Séguin, comme vous le voyez, Messieurs, peuvent, à bon droit, être comptés parmi les fondateurs de notre profession.

Vuigner (Émile) a parcouru tous les degrés de la hiérarchie industrielle; de simple conducteur de travaux, il est arrivé à la grande position d'ingénieur en chef de la Compagnie des chemins de fer de l'Est.

Né en 1798, Vuigner, après de fortes études faites au collège de Perpignan, fut employé en 1818 à l'exécution du canal de l'Ourcq, sous les ordres de M. Girard, ingénieur en chef des ponts et chaussées, son parent.

Lorsque le canal fut achevé, la Compagnie, qui avait jugé Vuignier à l'œuvre, le chargea d'en diriger l'entretien et l'exploitation. Plus tard, elle lui confia aussi les sections du canal Saint-Denis et du canal Saint-Martin; c'est alors qu'il fit construire, pour cette Compagnie, les remarquables entrepôts de la Villette qui lui valurent la croix de la Légion d'honneur.

En 1816, nommé ingénieur en chef du chemin de fer de l'Est, il fut, dès l'origine de la Compagnie, chargé du service de la voie, et ensuite de la construction du raccordement de Strasbourg à Kehl, ainsi que de la grande ligne de Paris à Mulhouse, où se trouvent tant d'ouvrages importants.

Vuigner fut un ingénieur habile, et qui, sans être pourvu d'une instruction spéciale, mais guidé par un grand sens pratique, a fourni dans la construction des travaux publics et dans la direction d'entreprises privées, une longue et honorable carrière. Il a dû ses succès à son intelligence, à son énergie et à sa persévérance. — Ces qualités, il les a mises en œuvre, au profit de notre Société, dans les démarches qu'il a faites, étant président, pour obtenir le décret qui l'a fait reconnaître d'utilité publique.

Benoît Fourneyron est né en 1802; sorti à dix-sept ans de l'École des mineurs de Saint-Étienne, il entra au Creuzot, étudia ensuite le bassin houiller d'Alais, et fit, avec M. Achille Thirion, les études du premier chemin de fer français, celui de Saint-Étienne à la Loire.

Dès ses débuts, il eut occasion de s'occuper des moteurs hydrauliques, et les travaux qu'il fit sur cette matière l'amenèrent, vers 1823, à imaginer un système de turbines versant l'eau latéralement. Ce système de turbines qui a conservé son nom, eut un grand retentissement et reçut de nombreuses applications : Fourneyron se consacra presqu'exclusivement à leur construction, néanmoins, entre temps, il s'est occupé de différentes branches d'industrie telles que : établissements de hauts fourneaux, de forges, de laminoirs, de filatures de coton, d'usines à papier, etc...

La carrière de Fourneyron, nous offre ce caractère particulier, que, dans les diverses industries auxquelles il a apporté le fruit de ses études et de son expérience, il a fait pénétrer dans l'esprit des chefs, la nécessité pour eux, d'avoir recours aux hommes d'instruction spéciale, tant pour la construction des établissements nouveaux, que pour suivre les progrès incessants de l'industrie; en cela Fourneyron a contribué, pour une bonne part, au développement de notre profession.

Par un legs important, Fourneyron a témoigné, à notre Société, l'intérêt qu'il portait à son avenir.

M. Stéphane Mony est notre doyen; il appartient aussi à cette forte race d'hommes du commencement de ce siècle, qui a donné au pays de nombreuses illustrations. Très lié avec Émile Pereire, dont il est le contemporain, il s'est attaché à lui et il a suivi sa fortune au début de sa carrière.

M. Mony est né le 14 février 1800; après avoir fait ses études au lycée Bonaparte, il est entré à l'École des mines de Paris, comme élève libre; il en sortit en 1822, et s'occupa de recherches de mines et de sondages. En

1835, il fut attaché à la Compagnie de Paris à Saint-Germain et Versailles (R. D.), en qualité d'ingénieur pour la construction du chemin de fer, où il fut le collaborateur de Clapeyron, de Lamé et de Lefort.

A cette époque, Émile Pereire était directeur de la Compagnie, et le président du Conseil d'administration était M. Adolphe d'Eichthal, aujourd'hui président du Conseil d'administration des chemins de fer du Midi.

En 1840, M. Mony fut nommé directeur des houillères de Commentry, pour lesquelles il fit construire le petit chemin de fer de 14 kilomètres de longueur, à voie étroite, de Commentry à Montluçon, destiné à transporter les charbons de la mine à la rivière du Cher.

En 1843, il a été choisi pour être gérant des mines et usines de Commentry-Fourchambault, et, depuis 1873, la société s'étant transformée en société anonyme, il est devenu et il est encore un des administrateurs et un des directeurs généraux.

Occupé dans ces derniers temps, de fonctions administratives, M. Mony a, dans les écrits qu'il a publiés, traité particulièrement .e questions d'économie politique et son dernier ouvrage intitulé : « Étude sur le travail » dont M. Yvan Flachat vous a donné une analyse en 1878, est pleine de considérations élevées, d'observations justes et pratiques.

M. Stephane Mony est aujourd'hui encore plein de vie et de santé, il porte allègrement ses quatre-vingt-un ans, toujours actif et toujours travaillant. Rarement carrière aussi longue, aura été aussi bien remplie. M. Stéphane Mony a été Président de la société en 1855.

Vous avez lu, Messieurs, dans l'intéressante Notice sur la vie d'Eugène Flachat, due à notre collègue, M. Léon Malo, que, destiné d'abord à la carrière commerciale, il n'avait que tardivement embrassé celle d'ingénieur. C'est vers 1827, à l'âge de vingt-cinq ans, qu'associé, avec ses frères Stéphane Mony et Adolphe Flachat, à des entreprises de sondage, il sentit se révéler en lui une aptitude toute spéciale pour les sciences et les arts industriels. C'est à partir de ce moment qu'il abandonne les études commerciales pour reporter, sur l'industrie, toute sa belle intelligence et son activité infatigable.

Après l'art du sondage, qu'il pousse à un haut degré de perfection, ce sont les travaux de la métallurgie qui l'occupent principalement. Vers 1834, à la suite de nombreux voyages en Angleterre, il rapporte les nouveaux procédés de fabrication du fer, par la méthode anglaise, et il les installe dans les forges françaises, qui jusqu'alors n'employaient que les procédés d'affinage au charbon de bois et du travail au marteau.

Pour accomplir cette tâche difficile et laborieuse, il prend ses collaborateurs parmi les élèves de l'École centrale qui, à cette époque, en était à ses débuts, car la première promotion de sortie date de 1832.

Petiet et Alexis Barrault deviennent alors ses associés, et c'est avec eux qu'il publie ce remarquable « *Traité de la fabrication de la fonte et du fer* » qui eut un succès considérable et une légitime autorité.

Après la métallurgie, ce sont les chemins de fer, leur construction et leur exploitation qui sont l'objet des préoccupations d'Eugène Flachat. Des premiers, il entrevoit l'avenir qui leur est réservé, et quand presque tout le monde, des savants même, discutent encore sur leur utilité, il est déjà sur la brèche, à côté des frères Pereire, des Séguin, de Clapeyron et de Perdonnet. Aussi n'est-il pas surprenant de voir l'association de nos trois ingénieurs transformée plus tard, et chacun d'eux occuper, dans les chemins de fer, une haute position. En 1846, nous trouvons, en effet, Eugène Flachat, Ingénieur en chef des chemins de fer de Paris à Saint-Germain et à Versailles (R. D.), Petiet, Ingénieur du matériel et chef de l'exploitation au chemin de fer du Nord, et Alexis Barrault, ingénieur du matériel au chemin de fer de Paris à Lyon, créateur de ce matériel si bien étudié et si bien compris qu'il est resté, pendant quelque temps, comme le type le mieux aménagé, le plus confortable, et le plus puissant de nos réseaux français.

Vous savez tous, Messieurs, la large part qu'Eugène Flachat a prise dans la construction du réseau national et dans celle des réseaux étrangers. Je n'y insisterai que pour vous dire que c'est par là, surtout, qu'il a contribué à élever, à un haut degré de considération, la profession d'ingénieur civil.

En outre, par sa prodigieuse facilité d'assimilation et d'intuition des choses industrielles, aucune question d'industrie ne lui était étrangère; toutes celles qu'il a abordées, il les a traitées de main de maître.

Art du sondeur — métallurgie — construction des chemins de fer — construction des travaux métalliques — construction des machines à vapeur, des locomotives, des machines de bateaux, navigation fluviale et maritime, études et publications techniques et économiques sur tous ces sujets, voilà les travaux qui placent Eugène Flachat à la tête de notre profession.

Il a encore un autre titre à notre gratitude, c'est l'accueil bienveillant qu'il a fait à tous ceux qu'il a trouvés instruits, travailleurs et animés comme lui, de l'amour de sa profession. — Le nombre de ceux d'entre nous, auxquels il a facilité l'entrée dans la carrière, est grand, et ceux, en particulier, qui ont eu la bonne fortune de travailler à ses côtés, au chemin de fer de Saint-Germain, ne peuvent pas oublier son aménité constante, ses encouragements, ses conseils affectueux et sa sollicitude pour leur avenir.

Pour moi, qui ai passé vingt années soit directement sous ses ordres, soit près de lui, je ne puis m'asseoir ici, à cette place qu'il a sept fois occupée avec tant de distinction, sans y apporter l'expression de toute ma reconnaissance envers lui.

Eugène Flachat est un des rares ingénieurs dont on peut dire : il a fait école.

Le terrain étant ainsi préparé, vers 1832, par les maîtres dont je viens de vous parler, il importait essentiellement que le mouvement, qui se dessinait dans l'industrie et dans les travaux publics, fût continué et tournât au profit du génie civil qui commençait à s'affirmer.

Ce résultat a été obtenu, et il est dû pour une bonne part à Perdonnet.

Les fondateurs de l'École centrale, avaient bien jugé leur époque, lorsqu'ils entreprirent de former des ingénieurs destinés à porter l'instruction dans toutes les branches de l'industrie.

Après vingt-cinq années de guerres, il était naturel que la France, désormais en paix avec l'Europe, s'occupât du développement de ses diverses sources de richesses, l'industrie, l'agriculture et le commerce.

L'industrie était en retard, il y avait donc beaucoup à faire; Perdonnet le comprit.

A sa sortie de l'École polytechnique, en 1822, et pendant un long séjour qu'il fit en Angleterre pour y étudier l'exploitation des mines, la métallurgie et les chemins de fer, il fut particulièrement frappé de voir que les grands travaux publics, y étaient, comme tous ceux de l'industrie, exécutés, en dehors de l'État, par la seule association des hommes et des capitaux, c'est-à-dire par des Compagnies.

Ce qu'il vit, lui donna la conviction que si, en France, la construction des chemins de fer était laissée entre les mains de l'État, ce serait un coup funeste porté à l'activité industrielle du pays, à l'esprit d'association, enfin à ce qui fait la force et la puissance des Anglais, à l'initiative privée.

Avec ses amis, parmi lesquels je citerai encore les frères Pereire, Perdonnet lutta avec énergie contre les tendances absorbantes de l'administration, et, dans cette lutte désintéressée, il paya largement de sa personne et de sa fortune.

Les chemins de fer furent définitivement abandonnés aux Compagnies, et l'État n'y intervint que par des subventions et par des garanties d'intérêt.

Mais à ce grand développement d'affaires, qui se préparait, il fallait des auxiliaires; Perdonnet se tourna alors vers l'École centrale où il voyait se former une pépinière de jeunes ingénieurs, il y entra comme professeur, et il n'eut pas de peine à faire pénétrer, dans l'esprit de ses collègues, la conviction qui l'animait, que l'avenir de l'industrie de notre pays était lié à la prospérité de l'École.

Il a, en quelque sorte, consacré sa vie à faire triompher cette idée, et vous savez, Messieurs, s'il a rien ménagé pour y arriver.

De la création de l'École centrale date, définitivement, la profession d'ingénieur civil, consacrée par le diplôme d'ingénieur, donné aux élèves qui en sortent, et revêtu de la sanction officielle depuis la cession de l'École à l'État.

Sous cette impulsion, les autres écoles techniques de la France ouvrirent leurs portes plus larges à ceux qui se destinaient à l'industrie, les programmes furent augmentés, en sorte que de tous côtés les auxiliaires arrivèrent.

La voie, que nous suivons, depuis cinquante ans, était donc marquée, et tous ici, nous la parcourons avec cette assurance que nous n'avons pris la place de personne.

Eugène Flachat vous citait, dans une de ses allocutions, ces paroles de

M. Guizot : « *Il faut qu'une chose soit longtemps dans les idées et dans les intérêts avant d'entrer dans les institutions* ». Notre temps d'épreuves est heureusement terminé, et nous pouvons sans ostentation, dire, aujourd'hui, que notre profession est devenue, ainsi, une des institutions de notre pays.

Examinons maintenant, Messieurs, en quel état se trouvent les sociétés d'ingénieurs civils, dans les principales nations industrielles, et commençons par celle de l'Angleterre qui est la plus ancienne et qui a servi de modèle aux autres venues après elle.

La Société des Ingénieurs civils d'Angleterre date du 2 janvier 1818. Elle n'a été d'abord qu'une réunion de quelques jeunes ingénieurs dont le but était de se fortifier dans la science mécanique en tout ce qu'elle touche au génie civil. Ils n'étaient au début que 8, parmi lesquels je citerai Robinson Palmer, Thomas Maudslay et le seul qui survit à tous, James Ashwell.

La première présidence fut donnée à Thomas Telford en 1820, il n'y avait encore que 32 membres. En 1828, époque de l'incorporation de la Société par charte royale, sous le nom d'Institut, le nombre des membres était de 158. Il est aujourd'hui en totalité de 3839.

Telford resta président jusqu'à sa mort survenue en 1834, c'est-à-dire pendant quatorze ans. James Walker lui succéda et occupa le fauteuil pendant dix ans, il eut pour successeur John Rennie qui fut président pendant trois ans, et, à partir de cette époque, 1848, la durée de la présidence fut fixée au maximum à deux années. Isambart Brunel, le fils de notre compatriote, devait succéder à Robert Stephenson, mais il déclina cet honneur pour raison de santé et à cause des charges que lui imposait sa profession. Néanmoins, il eût été nommé, si une mort prématurée, ne l'eût enlevé, avant le jour de l'élection.

« C'est un regret pour l'Institut des Ingénieurs civils, dit M. Fowler, de « n'avoir pu inscrire, sur la liste de ses présidents, le nom de Brunel, « ingénieur si bien doué et si accompli. »

D'après le roulement établi, le président choisi est toujours le plus ancien vice-président. Celui qui vient d'être nommé, au mois de décembre dernier, pour une période de deux années, est M. Abernethy, membre de notre Société qui s'est acquis une grande notoriété dans la construction des travaux maritimes, docks, jetées et ports de mer.

La charte royale du 2 juin 1828, en reconnaissant la Société comme *Corps politique* ou *Corporation*, sous le titre d'*Institut des Ingénieurs civils*, lui a par là octroyé tous les privilèges attribués aux corporations, et entre autres le droit, à perpétuité, d'ester en justice, de posséder, de recevoir, d'acquérir, de vendre; mais ce droit ne peut être exercé que par l'ensemble des membres, et aucune décision, en ce qui concerne ces privilèges, ne peut être prise qu'en assemblée générale. — Tous les membres de l'Institut ne font cependant pas partie de la corporation : la charte de 1828 ne reconnaît que les membres titulaires et les membres associés,

et depuis cette époque, on a créé : les membres honoraires, les associés et les étudiants auxquels, par conséquent, les privilèges consacrés par la charte de 1828, n'ont pu être accordés. Ainsi, ces membres ne sont pas admis à voter dans les questions qui touchent à l'organisation de la Société, ils ne peuvent pas entrer dans le Conseil, ni remplir les fonctions de président et de vice-président. Ajoutons, toutefois, que chacun peut être admis d'une classe à la classe supérieure quand il remplit les conditions exigées par les statuts.

Il y a donc aujourd'hui cinq classes de membres : 1° les membres honoraires; — 2° les membres titulaires; — 3° les membres associés; — 4° les associés, et 5° les étudiants.

La répartition totale, au 1er janvier 1884, était la suivante :

Membres honoraires	18
Membres titulaires	1231
Membres associés	1385
Associés	569
Étudiants	686
Total	3839

Le titre de membre honoraire est donné aux hommes distingués par leur position, par leur science et qui ont rendu d'éminents services par des travaux qui se rapportent à la profession d'ingénieur civil. — Deux des nôtres, M. le comte Ferdinand de Lesseps et M. Henry Tresca, sont membres honoraires de l'Institut des Ingénieurs civils d'Angleterre.

Pour être membre titulaire, il faut être âgé d'au moins vingt-cinq ans, avoir fait ses études pour devenir ingénieur, avoir fait un stage chez un ingénieur civil, et, ensuite, avoir dirigé, pendant cinq ans au moins, comme ingénieur résident, et sous sa propre responsabilité, des travaux qui rentrent dans ceux du génie civil.

Peut, également, être admis comme membre titulaire, un ingénieur qui, pendant cinq années au moins, a dirigé sous sa responsabilité des travaux importants et qui s'est acquis une notoriété considérable.

Les membres associés doivent justifier de l'instruction qu'exige la profession d'ingénieur civil, être âgés, aussi, d'au moins vingt-cinq ans, et être, au moment de leur présentation, occupés ou à un projet, ou à la construction de travaux compris dans la profession d'ingénieur civil et définis par la charte.

Les associés doivent, aussi, avoir plus de vingt-cinq ans, ils peuvent ne pas être ingénieurs, mais leurs occupations doivent rentrer dans l'une des branches du génie civil, dans les sciences ou les arts qui s'y rattachent.

Les étudiants doivent être âgés d'au moins dix-huit ans, faire, ou avoir fait leur stage chez un des membres titulaires de la Société et avoir l'intention d'embrasser la profession d'ingénieur civil.

Pour devenir membre titulaire ou honoraire, membre associé ou associé, il faut être présenté par six membres de la corporation, qui certifient la qualité et les titres du candidat.

La demande est examinée par le Conseil, et l'admission n'a lieu que par un vote, en assemblée ordinaire, auquel ne prennent part que les membres de la corporation.

L'admission n'a lieu qu'autant que le candidat réunit les quatre cinquièmes des suffrages exprimés.

Les étudiants sont admis par le Conseil, et sur la proposition du membre de la corporation chez lequel ils font ou ils ont fait leur stage.

Les réunions ordinaires ont lieu le mardi de chaque semaine, à huit heures du soir, à partir du deuxième mardi de novembre jusqu'à la fin du mois de mai.

Les travaux des réunions consistent dans la lecture des mémoires, notes ou rapports déposés et dans les discussions auxquelles ces lectures donnent lieu.

Les questions qui doivent être discutées, en séance, sont imprimées et distribuées d'avance, à tous les membres qui peuvent prendre part à la discussion.

Les procès-verbaux des séances sont publiés *in extenso* et adressés à tous les membres.

Tels sont les points principaux de l'organisation de l'Institut des Ingénieurs civils d'Angleterre, qui joue, dans ce pays, un rôle très important.

On voit, par les formalités exigées pour y être admis, par l'esprit libéral qui a présidé à sa constitution et qui s'y continue, que le titre d'ingénieur civil a une valeur réelle, et, bien que ce titre puisse être pris par le premier venu, il ne porte considération qu'à ceux qui font partie de la corporation.

La situation financière de la Société est également très prospère, les recettes, de l'année 1880, se sont élevées à la somme de 393,093 fr. 90, sur laquelle 297,405 fr. 40 ont été employés aux frais de gestion et dépenses courantes, 9,740 fr. 30 ont été distribués en prix ou récompenses et 85,948 fr. 50 en placements de fonds et comptes courants. La cotisation des membres est de 105 francs par an, celle des étudiants n'en est que la moitié. Quant au capital social, il est de 1,218,449 fr. 75.

Il est facile de comprendre qu'avec une organisation aussi solide que l'est celle de l'Institut des Ingénieurs civils de l'Angleterre, et dans un pays où tout se fait par l'initiative privée, les membres de cette Société aient souci de l'instruction et de l'éducation des jeunes gens qui se destinent à la carrière du génie civil.

Il y a une quinzaine d'années, à la suite d'une enquête faite par M. Pole, de l'Institut des Ingénieurs civils, sur les programmes enseignés chez les différentes nations de l'Europe, dans les écoles techniques et industrielles, il fut reconnu que les programmes, adoptés en Angleterre, étaient un peu plus faibles que ceux du continent, et il fut résolu qu'on y porterait remède.

A cette occasion, M. Fowler, en prenant possession de la présidence,

dans l'année 1865, disait : « Il est vrai que les nations du continent ont un avantage sur notre pays, en ce que préparant, dans des Écoles officielles, les jeunes gens pour la carrière d'ingénieur, elles leur assurent un emploi du gouvernement, et elles peuvent par ce stimulant attirer les plus grands talents.

« Cette organisation n'existe pas chez nous, et nous nous en rejouissons, parce que notre profession a un stimulant bien plus puissant qu'un emploi du gouvernement.

« D'ailleurs, il n'y a pas de raisons pour que nous n'arrivions pas à mettre nos programmes d'instruction théorique au niveau de ceux des nations du continent, mais il ne faudrait pas que le résultat à atteindre fût obtenu en sacrifiant l'instruction pratique, car notre ancienne réputation comme ingénieurs praticiens doit toujours être maintenue. »

Et cependant, cette question de l'instruction continue à préoccuper les ingénieurs anglais, car, en prenant possession du fauteuil de la présidence, en 1878, M. Bateman, dans son allocution, s'applique à montrer que l'instruction préparatoire à la carrière du génie civil, trouve en Angleterre, dans quinze collèges ou universités différents, les moyens de se répandre et d'être à la portée de tous. Mais, ce qu'il craint, aujourd'hui, c'est que le développement des matières enseignées, pendant les trois années de séjour dans certains collèges, ceux, par exemple, de la Reine à Cork, de Coopers Hill à Londres, dont deux ans et demi sont consacrés à la théorie et une demie année seulement à la pratique, ne donnent aux jeunes gens, qui en sortent, une fausse idée de leur savoir, et qu'ils ne s'imaginent sortir maîtres dans une profession dont ils n'ont qu'une connaissance partielle.

Coopers Hill est un collège royal fondé, en 1871, par le secrétaire d'État de l'Inde, pour former les ingénieurs civils destinés à être mis à la disposition du gouvernement dans le département des travaux publics de cette colonie.

La durée des cours y est de trois années, à la suite desquelles les élèves passent des examens; ceux qui y satisfont sont envoyés dans l'Inde, avec le titre d'ingénieur-adjoint. Mais cette solution ne satisfait pas M. Bateman, aussi ajoute-t-il : « Je me sens disposé à être de l'avis de M. Fleeming Jenkin, qui, dans une lettre sur l'éducation du génie civil, déclare qu'il n'y a pas de raison pour abandonner notre système d'apprentissage ou de stage, pour lui substituer le plan étranger des grandes écoles spéciales, en admettant même que nous arrivions à former des écoles d'un mérite égal à celles du continent. Il ne faut pas s'admirer dans les résultats atteints jusqu'ici, il faut franchement reconnaître les défauts de notre système et y remédier. L'un de ces défauts est l'insuffisance actuelle des connaissances théoriques nécessaires à la pratique de notre profession. »

Ainsi, la préoccupation très sensée, chez nos voisins, peut se résumer

ainsi : ne rien abandonner de l'éducation pratique, qui jusqu'ici a fait la supériorité des ingénieurs anglais, mais élever encore l'éducation théorique pour qu'elle soit au niveau de la nature et de l'importance des travaux à exécuter aujourd'hui.

Leur préoccupation semble être, aussi, de réagir contre cette tendance qu'ont les jeunes gens, au sortir des collèges et des universités, où ils ont reçu leur instruction professionnelle, de prendre, en eux-mêmes, une confiance telle, qu'ils se croient dispensés de faire un long stage, chez un ingénieur, avant de se lancer dans la direction des affaires.

Cet stage est cependant bien facilité en Angleterre, par le nombre considérable de cabinets d'ingénieurs, d'ateliers, de manufactures, où les jeunes gens peuvent être admis sans grandes difficultés.

Terminons en disant qu'il n'y a pas, en Angleterre, de corps d'ingénieurs civils de l'État pour les travaux publics. Le service des voies de communication y est à la charge de chaque comté, qui choisit un ingénieur auquel il en donne la construction, l'entretien et la surveillance.

Les chemins de fer et les canaux sont concédés à des Compagnies.

Les rivières navigables sont affermées à des conservateurs qui en assurent l'entretien moyennant péage perçu, aux écluses, sur la marchandise transportée. Quant aux ports maritimes, ils appartiennent soit au gouvernement, soit aux municipalités, soit à des particuliers, et ce sont toujours des sociétés qui se chargent de ces travaux. Seul le contrôle des chemins de fer a été confié à un corps de l'État, aux ingénieurs royaux, c'est-à-dire à des officiers du génie, sous la direction du Board of trade ou ministère des travaux publics.

En ce qui concerne les mines, il existe à Londres, depuis 1849, une École royale des mines, où tout le monde est admis en payant la redevance fixée. Les matières enseignées sont la chimie, la physique, la mécanique appliquée, la métallurgie, l'exploitation des mines, la minéralogie, la géologie et la paléontologie.

La durée des cours est de trois années, à la suite desquelles l'École délivre, après examen, des diplômes, pour chacun des cours ci-dessus, à tout élève qui en fait la demande.

Quoi qu'il en soit, la profession d'ingénieur des mines est libre, en Angleterre, comme celle d'ingénieur civil.

Il existe encore, en Angleterre, une autre institution, celle des ingénieurs mécaniciens, qui possède une très grande notoriété.

Son siège est à Birmingham, et le nombre de ses membres s'élève à environ 1200. Mais ses travaux ayant pour but spécial l'examen et l'étude des arts mécaniques, et ceux-ci ne formant qu'une partie du programme plus général embrassé par notre Société, il n'y avait pas de rapprochement à faire entre elle et l'institution des ingénieurs-mécaniciens.

Mais à cause de son importance, je ne pouvais pas passer sous silence cette institution qui a pris, en Angleterre, un très grand développement.

Allemagne. — L'Allemagne aussi, possède, depuis une vingtaine d'années, une Société d'Ingénieurs civils, sous la dénomination d'Association des Ingénieurs allemands.

Elle se divise en un certain nombre de districts et de groupes spéciaux, dont le siège central est à Berlin.

L'Association comprend des membres titulaires, des correspondants et des membres honoraires, elle se recrute parmi les ingénieurs de l'État, les ingénieurs civils, les propriétaires, directeurs et ingénieurs d'établissements industriels. Le nombre total des membres s'élève aujourd'hui à 3974.

L'Association a pour but : « de réunir les forces intellectuelles techniques de l'Allemagne, dans l'intérêt de l'industrie de l'empire :

« 1° Par la discussion sur des sujets importants présentés, soit à Berlin, au centre de l'Association, soit dans les groupes de districts et dans les groupes spéciaux;

« 2° Par la publication de journaux mensuels et hébdomadaires ;

« 3° Par les cercles de lecture et les bibliothèques ;

« 4° Par des prix sur des questions mises au concours se rapportant à l'industrie ;

« 5° En favorisant la publication d'ouvrages techniques importants. »

Les groupes se réunissent, en général, cinq fois dans le courant de l'année. Les procès-verbaux des séances, ainsi que les mémoires lus, sont envoyés à la Direction de l'Association, qui fait publier dans le Journal hebdomadaire les matières qui lui paraissent utiles à connaître.

Il en est de même des procès-verbaux, des lectures et discussions qui ont lieu à Berlin, au siège central.

En outre de toutes ces réunions, l'Association est convoquée, chaque année, en assemblée générale, dans une des villes importantes de l'empire et y tient ses assises. La ville choisie, en 1880, était Cologne ; en 1881, Sttutgart sera le point de réunion.

Un mot maintenant, Messieurs, sur le mode de recrutement des ingénieurs en Allemagne,

Les jeunes gens, qui se destinent à la carrière d'ingénieur, suivent les cours des Universités techniques ou Écoles polytechniques. Pour y être admis, il suffit d'être muni d'un diplôme de bachelier.

Il y a, en Allemagne, sept Écoles polytechniques, distribuées comme suit :

A Berlin, à Hanovre et à Aix la Chapelle, pour la Prusse;
A Munich, pour la Bavière;
A Dresde, pour la Saxe ;
A Carlsruhe, pour le grand-duché de Bade ;
Enfin, à Darmstadt, pour le duché de Hesse;

C'est-à-dire sept Écoles polytechniques, uniquement destinées aux carrières civiles, pour une population de 42 millions d'habitants.

Les cours de la première année sont obligatoires pour tous. A la fin de cette première année, chacun choisit une des spécialités suivantes :

1° Construction des routes et ponts;
2° Architecture;
3° Mécanique;
4° Chimie;
5° Agriculture.

Chaque élève n'est pas tenu de suivre tous les cours spéciaux, mais il est obligé de suivre ceux de la spécialité qu'il a embrassée.

Lorsque les études sont terminées, chaque élève passe deux examens, l'un écrit, l'autre oral, à la suite desquels, il est envoyé, suivant sa spécialité, dans les travaux publics, comme conducteur, s'il est dans la construction; dans les ateliers de chemins de fer, s'il est mécanicien; de même pour les autres spécialités.

Après un stage de trois ou quatre ans, il passe un deuxième et dernier examen et reçoit, s'il le mérite, le brevet d'ingénieur de l'État, mais il n'est placé que lorsqu'une vacance se produit.

Les élèves qui échouent à ce dernier examen, peuvent concourir une deuxième fois pour être ingénieurs de l'État, après quoi, s'ils échouent encore, ils peuvent continuer à suivre les cours et obtenir un certificat d'études pour la spécialité qu'ils ont choisie; ce certificat est généralement exigé dans l'industrie.

Pour être ingénieur des mines, il faut passer par des épreuves analogues, suivre les cours des écoles, passer six mois dans les mines, comme mineur, et faire trois années de pratique et de voyages dans les centres miniers. Il y a, en Allemagne, trois Écoles des mines : à Berlin, à Clausthal (Hanovre) et à Freyberg (Saxe).

En résumé, il faut compter environ sept à huit années d'études avant de passer le dernier examen, après lequel on reçoit le brevet d'ingénieur de l'État. Quant au titre d'ingénieur civil, le prend qui veut.

Autriche-Hongrie. — L'organisation des divers services techniques, dans l'empire d'Autriche et dans le royaume de Hongrie, leur répartition dans des ministères très différents peuvent expliquer le peu d'homogénéité qui existe aujourd'hui dans l'origine des hommes qui en sont chargés.

Ainsi, en Autriche, les routes et les voies navigables dépendent du ministère de l'intérieur; les mines, du ministère de l'agriculture, et les chemins de fer, du ministère du commerce.

En outre, chaque province, s'administre en quelque sorte elle-même, et n'a, avec la Direction des ministères, que des rapports généraux. La décentralisation administrative semble donc être le régime consacré.

Chaque province choisit ses ingénieurs, ses commissaires, ses inspecteurs généraux, comme elle l'entend; mais, elle les prend, en général,

depuis quelques années, parmi les élèves sortis de ce qu'on appelle les Écoles supérieures techniques, ou Écoles polytechniques.

En Hongrie, au contraire, c'est l'État qui nomme les ingénieurs locaux.

En Autriche-Hongrie, on compte six Écoles polytechniques établies : à Vienne, à Prague, à Gratz, à Brünn, à Lemberg et à Budapest. Il y a, en outre, trois Écoles des mines organisées, à peu près, comme les Écoles supérieures techniques et qui sont situées à Léoben (Styrie), à Prschibram (Bohême) et à Schemnitz (Hongrie).

Pour être admis à suivre les cours des Écoles polytechniques, il suffit de présenter un certificat de maturité, qui correspond à notre diplôme de bachelier ès lettres et ès sciences, obtenu ou dans les collèges, ou dans les écoles professionnelles. D'après le statut impérial de 1872 la durée des études est de quatre à cinq années dans les Écoles polytechniques. Les cours des deux premières années sont essentiellement théoriques et obligatoires pour tous les élèves ; ceux des trois dernières années sont spéciaux, mais ils ne sont pas obligatoires pour tous.

A Vienne, les cours spéciaux comprennent quatre grandes divisions :

1° La construction des routes, ponts et travaux hydrauliques ;
2° L'architecture ;
3° La construction des machines ;
4° La chimie technique.

Les élèves doivent passer des examens à la fin de la deuxième année, et à la fin des cours spéciaux, c'est-à-dire, à la fin de la cinquième année pour les deux premières divisions et à la fin de la quatrième et dernière année pour les troisième et quatrième divisions.

Enfin, il y a un troisième examen facultatif, qui a pour but de constater que les élèves ont acquis une connaissance approfondie des sciences. C'est à la suite de cet examen, désigné sous le nom de *rigorosum*, que les candidats, qui y ont réussi, reçoivent le diplôme d'ingénieur, mais ce diplôme ne leur donne aucun droit aux fonctions de l'État.

En raison de l'organisation administrative existant en Autriche et en Hongrie, les fonctions d'ingénieur et d'ingénieur en chef sont primées par celles d'inspecteur, d'inspecteur général, de directeur et de directeur général. Il suit de là que ce titre d'ingénieur n'a pas, jusqu'ici, dans ces deux pays, la valeur qu'on lui attribue dans les autres. Ainsi, dans les chemins de fer, le titre d'ingénieur en chef correspond à celui de chef de section ou de chef de dépôt.

Le niveau des études est moins élevé à l'École des mines que dans les Écoles polytechniques. Pour y être admis, il n'est pas nécessaire de produire un certificat de maturité ; en outre, tout élève, qui a suivi avec succès les deux premières années des écoles techniques supérieures, peut suivre les cours spéciaux de l'École des mines. Comme pour les Écoles polytechniques, les études durent cinq années. Les deux premières années sont consacrées aux cours théoriques, les trois dernières aux cours spéciaux.

Les jeunes gens, au sortir des Écoles, cherchent eux-mêmes une place dans l'industrie, et il est heureusement entré, aujourd'hui, dans les habitudes, de ne pas reculer devant les débuts ingrats et de commencer la pratique du métier par des fonctions manuelles.

La Société des Ingénieurs civils et des Architectes de l'Autriche a été fondée en 1848; ses statuts ont été revisés et ont été approuvés par le ministre d'État, le 2 mai 1868. Son but est : « de réunir entre eux les ingénieurs civils, les architectes et les géomètres de l'empire, en vue de la conservation et du développement des intérêts de l'État. » Son siège est à Vienne, dans un magnifique hôtel, où tous ceux d'entre nous, qui l'ont visité, ont reçu le plus cordial accueil.

Il existe également à Prague, pour la Bohême, et à Budapest, pour la Hongrie, des Sociétés d'Ingénieurs et Architectes qui sont organisées comme celle de Vienne.

Le nombre total des membres de la Société qui est établie à Vienne, est, aujourd'hui, de 2000; celle de Prague en compte 856; celle de Budapest 938; soit en totalité pour l'Autriche-Hongrie : 2794.

Belgique. — La Belgique n'a pas de Société d'Ingénieurs civils analogue à celles qui viennent de nous occuper; elle possède cependant trois associations d'ingénieurs sortis des écoles spéciales du royaume.

La plus ancienne est l'Association des anciens élèves de l'École des arts et manufactures et des mines de Liège, dont la fondation remonte à 1835. Elle se compose de 850 membres. Par une convention passée entre l'Association et la *Revue universelle des Mines*, dirigée par M. de Cuyper, cette revue publie, depuis quatre ans, les travaux de l'Association.

Vient, en second lieu, l'Association des Ingénieurs sortis des écoles spéciales, annexées à l'université de Gand, c'est-à-dire l'École du génie civil et l'École des arts et manufactures, dont la création remonte à 1840; elle est composée d'environ 600 membres.

Enfin, l'Association des Ingénieurs sortis de l'École polytechnique de Bruxelles qui est de création récente.

Ces quatre écoles suffisent pour donner à l'État, aux compagnies et à l'industrie tous les Ingénieurs dont le pays a besoin.

États-Unis. — Passons enfin aux États-Unis, où nous trouvons la Société des Ingénieurs civils américains, sur laquelle les renseignements qui suivent, m'ont été donnés, avec la plus grande obligeance, par son vice-président, M. Chanute.

Vous avez sans doute lu, Messieurs, dans la chronique de notre compte rendu du mois d'août dernier, un résumé bien fait, d'un discours très intéressant prononcé, en 1880, à l'assemblée générale annuelle des Ingénieurs américains par M. Chanute, et vous y avez vu qu'en passant en revue tous les travaux exécutés, depuis une centaine d'années, par le génie civil en

Amérique, il énumère : les travaux hydrauliques, les chemins de fer, les tramways, les ponts, l'amélioration des rivières, l'éclairage des côtes, les travaux maritimes, l'éclairage au gaz, les mines, la métallurgie, les machines agricoles, etc., et il fait ressortir, pour chacune de ces branches d'industrie, les progrès réalisés depuis que la direction, qui, autrefois, était entre les mains des architectes, en a été confiée à des ingénieurs.

L'examen des progrès nouveaux et des inventions nouvelles se rattachant à toutes ces branches de l'industrie, la discussion des mémoires présentés, en un mot l'avancement du génie civil, tel est le but que la Société poursuit.

L'origine de la Société des Ingénieurs civils américains remonte à l'année 1852, son siège est à New-York. A côté d'elle, il y a des clubs d'ingénieurs dans les principales villes de l'Union, à Chicago, Philadelphie, Boston, Pittsbourg, la Nouvelle-Orléans, etc. Mais ces clubs sont indépendants les uns des autres et indépendants de la Société qui siège à New-York.

Dans cette Société, dont l'organisation est à peu près calquée sur celle de l'Institut anglais, on compte trois classes de membres : les membres titulaires, les membres associés et les juniors. Le nombre total s'élève à 600 environ.

Les membres titulaires sont choisis parmi les Ingénieurs civils, les ingénieurs militaires, les Ingénieurs des mines et les ingénieurs-mécaniciens.

Pour être admis, il faut justifier de sept années de pratique active dans la spécialité qu'on a embrassée.

Les membres associés sont pris parmi les directeurs de chemins de fer, de mines, de canaux, d'ateliers, parmi les chimistes, les mathématiciens, les architectes et les manufacturiers.

Pour être admis au titre de junior, il faut justifier d'une pratique de deux années au moins, dans l'une des branches du génie civil.

Aucun candidat n'est accepté avant trente et un ans, et s'il n'est présenté par cinq membres qui déclarent le connaître personnellement et digne d'être élu.

Enfin, pour passer d'une classe à l'autre, la même formalité est nécessaire.

Ces conditions d'admission sont, comme vous le voyez, assez sévères, aussi doivent-elles faire de la Société des Ingénieurs américains une réunion d'hommes éclairés et capables de donner, à la profession, une autorité indispensable dans un pays, où il n'y a pas d'écoles spéciales ressortant de l'État, et où la plus grande liberté est laissée, comme en Angleterre, aux entreprises de travaux publics et à l'industrie.

Dans ces conditions, le titre de membre de la Société des Ingénieurs civils américains doit être une puissante recommandation.

Les États-Unis comptent environ huit écoles techniques particulières, annexées aux collèges, et qui délivrent, après quatre années d'études, des certificats aux élèves qui les ont mérités. Néanmoins, beaucoup de jeunes gens, au sortir du collège, préfèrent entrer directement dans les entreprises et étudier ensuite la théorie.

Il existe, en outre, à West-Point, une école, où le gouvernement général forme des ingénieurs militaires, auxquels il confie, en dehors des travaux de leur profession, des travaux d'intérêt général, tels que : ports, phares, améliorations des rivières.

Ces ingénieurs peuvent, aussi, être chargés, par les divers États de l'Union, de la direction des travaux qui doivent rester la propriété de ces États. Enfin, ils reçoivent les rapports des compagnies de chemins de fer, ce qui met entre leurs mains, une sorte de contrôle très restreint.

Quant aux travaux publics en général, il sont tous laissés à l'initiative privée; c'est-à-dire, à des entreprises, qui choisissent elles-mêmes leurs ingénieurs, et sous leur entière responsabilité.

Telles sont les dispositions principales des Instituts polytechniques à l'étranger, dispositions dont l'étude est pleine d'intérêt, mais que je n'ai pu vous présenter, ici, que d'une manière très succincte.

Il me paraît inutile d'essayer d'en faire la comparaison entre elles; chaque nation a son esprit, son caractère, ses mœurs, et un ensemble d'institutions qui lui est propre, qui a sa raison d'être, et qui, transporté ailleurs en bloc, y serait déplacé. Mais, pour le sujet qui nous occupe, il y a dans les détails, des dispositions qui peuvent être utilement empruntées à l'un ou à l'autre, suivant le point de vue auquel on se place.

Toutefois, il ressort de ce que nous avons énuméré, deux systèmes bien tranchés :

L'un, dans lequel l'État n'intervient, ni dans l'instruction des jeunes gens, ni dans l'organisation des universités, ni dans la délivrance de certificats mérités par les élèves à la fin de leur éducation, cela se passe ainsi en Angleterre et aux États-Unis.

L'autre, au contraire, où les bases de l'instruction sont réglées dans les conseils du gouvernement, où les universités et les Écoles techniques sont sous sa direction et son contrôle et d'où les élèves sortent munis de brevets qui peuvent leur donner accès à certaines fonctions dans l'État, c'est le système de l'Allemagne et aussi de l'Autriche-Hongrie.

Mais, en résumé, nous pouvons constater que l'éducation technique est organisée, dans les États qui nous ont occupé, de la façon la plus libérale.

Le principe dominant est celui du choix libre, par les jeunes gens, de la profession qu'ils veulent embrasser, et cela, sans limite de nombre. La seule limite est l'instruction et l'aptitude pratique dont les élèves doivent faire preuve après leur stage, ou bien aux examens de sortie des écoles où ils ont étudié.

C'est parmi ceux munis d'un brevet, et là, où le service des travaux publics relève d'une administration supérieure, que le gouvernement choisit les ingénieurs dont il a besoin.

Mais, ce que nous devons surtout retenir, c'est le soin apporté dans les études pratiques, études sérieuses, commencées par les premiers échelons du métier, soit pendant le cours des études, comme en Allemagne, soit

après les examens passés et avant d'être admis à prendre le titre d'Ingénieur, comme en Angleterre et en Amérique.

Et, en effet, aussitôt qu'on est engagé dans la pratique, la responsabilité commence, et rien ne forme l'homme intelligent et désireux de bien faire, comme ce sentiment de sa propre responsabilité. En outre, par la pratique, on acquiert cette intuition des choses que les Anglais et les Américains ont à un haut degré, intuition qui souvent tient lieu de science.

Retenons aussi des Anglais et des Américains ce respect pour l'initiative privée, et l'éloignement de l'État dans tout ce qui touche les travaux publics et l'industrie.

Il ne faut pas se le dissimuler, l'absorption des grands travaux publics et des principales industries, par l'État, paralyse l'esprit d'association et jette l'atonie dans les affaires. Cette doctrine, qui consiste à rapporter tout au gouvernement, est contraire aux principes les plus élémentaires de l'économie politique, et ne trouve de partisans que parmi les rêveurs qui veulent faire de l'État le pourvoyeur de toutes choses.

En ce qui touche les Sociétés des Ingénieurs civils, que nous venons de passer en revue, leur but est le même ; multiplier les relations entre les membres de l'association et concourir au développement de la profession par l'examen en commun des questions relatives au génie civil, dans sa plus large acception, soit par la publication de notes, de mémoires ou de rapports, et surtout par des discussions, en séance, sur les sujets qui y sont présentés.

Ce but est aussi le nôtre, et si vous jetez les yeux sur la table des matières de nos comptes rendus, depuis l'origine de notre Société, vous reconnaîtrez que toutes les questions qui ont préoccupé l'industrie, les travaux d'intérêt général, les recherches de la science, en ce qui touche au génie civil, toutes ces questions ont été portées dans cette enceinte, où elles ont été examinées et discutées avec tout le développement et l'intérêt qu'elles comportaient.

Nous n'avons donc qu'à continuer à marcher dans la voie que nous nous sommes ouverte, les sujets à traiter ne manquent pas, aussi, je crois qu'il est inutile de vous tracer un programme d'études.

En terminant, Messieurs, laissez-moi, encore une fois, vous remercier de l'honneur que vous me faites en m'appelant à ce fauteuil, où je m'efforcerai de suivre les exemples de mes prédécesseurs, permettez-moi aussi, de faire appel à votre indulgence et de compter sur votre bienveillant concours, comme je compte sur celui des membres du bureau et du comité que vous avez choisis, pour travailler tous ensemble au développement de notre Société.

M. Rey donne communication d'une note sur une nouvelle disposition des appareils de choc et de traction des véhicules de chemin de fer, destinée à faciliter le passage des trains dans les courbes et à assurer le contact permanent des tampons.

Cette disposition imaginée par deux de nos collègues, MM. Chevalier et Rey, se distingue de celle généralement employée par l'interposition, entre le ressort de choc et le ressort de traction, d'un balancier supportant à ses extrémités la tension initiale du ressort de choc et la reportant en son milieu sur la partie postérieure de la chape du ressort de traction; de plus les chapes des deux ressorts sont articulées sur un axe commun qui reçoit en même temps l'extrémité de la tige de traction.

Il résulte de cette disposition que les tampons peuvent rentrer dans leurs guides extérieurs, ou en sortir de la quantité correspondante au rayon de la courbe dans laquelle circule le véhicule.

Pour effectuer ce mouvement, ils ont à vaincre la résistance produite par le frottement du balancier sur le dos de la chape du ressort de traction et celui de la chape du ressort de choc sur le boulon d'articulation. Pour régler cette résistance, on peut faire varier la tension initiale du ressort de choc ou changer le rayon de la surface cylindrique sur laquelle repose le balancier. Cette résistance doit être assez grande pour que les tampons opposent un obstacle suffisant au mouvement de lacet des véhicules circulant dans les parties droites de la ligne.

Les deux tiges de tampons conjuguées étant obligées de suivre les mouvements du balancier, l'une s'enfoncera sensiblement de la même quantité dont l'autre tige sortira de son guide extérieur, et les tampons de deux véhicules consécutifs, seront toujours en contact aussi bien en ligne droite qu'en courbe.

L'extrémité de la tige de traction étant articulée sur le boulon commun, aux deux chapes des ressorts de choc et de traction, il s'ensuit que toute perte de flèche de ce dernier, due à l'action de l'effort de traction de la locomotive, entraînera forcément un mouvement correspondant de l'ensemble du balancier et du ressort de choc, et que les tiges de tampons sortiront de leurs guides extérieurs d'une quantité égale à celle dont le crochet de traction aura fait saillie sur la traverse extrême du châssis du véhicule.

Le contact des tampons sera donc permanent, quel que soit l'effort exercé par la locomotive sur le ressort de traction.

On voit ainsi qu'avec la nouvelle disposition proposée des appareils de choc et de traction, on peut obtenir, au prix de l'adjonction d'un simple balancier, le contact permanent des tampons des véhicules composant un train, quels que soient le tracé de la ligne parcourue et l'effort de traction exercé par la machine, tout en conservant aux tampons leur efficacité contre le mouvement du lacet dans le parcours en ligne droite, et sans occasionner de résistances exagérées au passage dans les courbes.

Le mémoire de M. Rey contient, après la partie descriptive du système, tous les calculs nécessaires pour se rendre compte des relations qui existent entre les différents éléments qui le composent.

Séance du 21 Janvier 1881.

PRÉSIDENCE DE M. HENRI MATHIEU.

La séance est ouverte à huit heures et demie.

Le procès-verbal de la séance du 7 janvier est adopté.

M. LE PRÉSIDENT annonce le décès de MM. Château, Alby, Penaud et Vallez.

Il annonce la nomination de M. Léon Feray, au grade de chevalier de la Légion d'honneur.

M. DEHARME donne communication des notes qu'il a prises au cours de son voyage au Righi, au Saint-Gothard et au mont Cenis.

1° *Chemins de fer à crémaillère du Righi.* — M. Deharme rend compte des particularités intéressantes que présentent ces deux chemins.

Le premier part de Arth, sur le lac de Zug, et s'élève jusqu'à Righi-Kulm avec une rampe maxima de $0^m,200$ par mètre, en rachetant une différence de niveau de 1333 mètres.

Le second, de moindre longueur, part de Vitznau sur le lac des Quatre-Cantons, et monte également jusqu'au Kulm avec une rampe qui atteint $0^m,250$ par mètre, pour une différence de niveau de 1309 mètres. L'exploitation sur cette dernière ligne est beaucoup plus fructueuse que sur la première.

2° *Modification de l'entrée nord du souterrain du mont Cenis.* — Cette modification est nécessitée par la nature ébouleuse des terrains qui fait subir à la tête du tunnel, du côté Modane, des mouvements continuels, inspirant de sérieuses inquiétudes. La solution adoptée consiste dans l'ouverture d'un nouveau souterrain de 1 kilomètre environ de longueur, qui se raccorde avec le tunnel principal au moyen d'une courbe de 350 mètres de rayon, et a pour effet de maintenir la ligne plus longtemps dans les terrains solides.

3° M. Deharme passe ensuite à la description du *chemin de fer du Saint-Gothard* qui, partant de Zurich ou de Lucerne, s'élève par la vallée de la Reuss jusqu'à Göschenen, point où commence le grand souterrain qui se termine à Airolo. Le tracé descend ensuite dans la vallée du Tessin, jusqu'à Locarno, sur le lac Majeur, et se prolonge d'un autre côté jusqu'à Lugano et Côme, où il rejoint les lignes italiennes.

M. Deharme insiste particulièrement sur le fait saillant que présente le régime des vallées de la Reuss et du Tessin, qui a conduit à la solution adoptée au chemin de fer du Saint-Gothard. Cette solution consiste à suivre autant que possible le fond de la vallée avec une pente maxima de 26 millimètres et des courbes d'un rayon minimum de 280 mètres, et à franchir les

ressauts au moyen de tunnels en hélice, en courbe de 300 mètres de rayon et en rampe de 23 millimètres, qui permettent de racheter sur place une hauteur d'environ 50 mètres. A ce sujet, M. Deharme expose de la manière suivante les conditions topographiques dans lesquelles se trouvent généralement les parties hautes des vallées qui descendent des grandes chaînes de montagnes.

« Dans le sens longitudinal, on remarque que les pentes de l'amont à l'aval vont sans cesse en diminuant. Très rapides à l'origine, alors que la vallée n'est encore qu'une gorge, elles diminuent progressivement grâce aux apports successifs formés par les cours d'eau.

« Dans le sens transversal, on remarque, vers les parties supérieures, des pentes qui se rapprochent de la verticale et à la base des pentes voisines de l'horizontale. La section affecte ainsi une forme parabolique irrégulière, dont la concavité est tournée vers le ciel et dont le sommet occupe le fond de la vallée. Par suite des déboisements, par l'action continue et destructive des agents atmosphériques, les sommets abandonnent les terres qui les recouvrent, ou bien ils se décomposent, et la vallée s'élève sur leurs débris.

C'est ainsi que le thalweg des vallées, dont la formation première a une origine géologique, subit lentement, mais constamment, des modifications hydrologiques, comme le lit du cours d'eau qui s'y déroule.

Il résulte de ces quelques remarques :

Que toute ligne de chemin de fer à laquelle on voudrait faire suivre le fond d'une vallée, aurait des déclivités croissantes de l'aval à l'amont.

Que l'adoption d'une pente égale à la pente moyenne de la vallée nécessiterait un relèvement considérable dans la partie médiane, relèvement qu'on ne pourrait obtenir, qu'au moyen de remblais considérables, ou en plaçant la ligne dans ces parties escarpées qui exigent, faute d'une base suffisante, le percement de nombreux souterrains et des dépenses considérables.

Dans certains cas, l'existence de vallées latérales aboutissantes, permet de donner au tracé à établir un développement supplémentaire,et de réduire la pente, sans augmenter l'importance des terrassements.

D'autres fois, le tracé peut décrire sur un terrain favorable, des lacets terminés par des voies de rebroussement. C'est là un cas qui s'est présenté rarement et qui constitue pour l'exploitation une sujétion grave.

« L'adoption d'un tracé hélicoïdal souterrain sur plusieurs points des lignes d'accès du Saint-Gothard est une solution nouvelle et pleine d'intérêt du problème qui nous occupe. »

M. Deharme donne ensuite quelques détails intéressants sur les principaux travaux d'art des lignes d'accès et du grand souterrain, ainsi que sur les différents systèmes de perforation mécanique employés et appelle l'attention sur la perforatrice Brandt, à outil rotatif et à pression hydraulique, dont l'emploi a donné les meilleurs résultats, et sur la perforatrice Mac

Kean-Séguin percutante et à air comprimé. Il termine enfin, en résumant ainsi qu'il suit, sa communication :

« Le chemin de fer du Saint-Gothard, dont je viens d'avoir l'honneur de vous décrire sommairement le tracé, les ouvrages et le matériel d'exécution, présente un intérêt considérable au triple point de vue intellectuel, matériel et moral :

« Au point de vue intellectuel, il offre la solution ingénieuse de l'exécution des lignes de montagnes avec des pentes moindres que celles des vallées qui servent d'accès au souterrain de faîte.

« Au point de vue matériel, il montre le parti toujours meilleur qu'on peut tirer des forces de la nature appliquées à des machines nouvelles ou perfectionnées et les résultats excellents que peuvent produire les grandes entreprises de construction.

« A ce double point de vue, il offre un sujet intéressant aux études de l'ingénieur et de l'industriel.

« Au point de vue moral enfin, il nous montre une artère rivale de notre grande ligne du mont Cenis, établie avec le concours du Gouvernement allemand. — Et si vous considérez, en outre, le développement considérable donné par l'Allemagne, depuis 1871, aux chemins de fer dans les pays qui avoisinent notre frontière de l'Est, vous remarquerez que nos efforts et les résultats acquis sont restés, chez nous, bien au-dessous de ceux de nos voisins. C'est à vos sentiments patriotiques que je m'adresse.

« La France a encore beaucoup à faire pour l'établissement de ses voies ferrées. La question Simplon-Mont-Blanc sera peut-être de nouveau portée devant vous. Quelle que soit celle de ces deux lignes qui ait vos préférences, la Société ne peut que voir avec plaisir et qu'encourager de ses vœux une entreprise appelée à conserver au pays le trafic et la prépondérance qui lui appartiennent sur la grande route de l'Orient. »

M. Le Président donne la parole à M. Loustau, qui désire présenter quelques renseignements sur la coupe géologique du Saint-Gothard.

M. Loustau prend la parole et s'exprime en ces termes :

Ce que j'ai à vous exposer se rattache à ce que M. Deharme vous a dit sur les travaux du Saint-Gothard.

J'ai pu me procurer récemment le profil géologique du grand tunnel représentant la coupe des terrains suivant son axe, sur toute sa longueur de 14,920 mètres, depuis Göschenen, tête nord dans le canton d'Uri, jusqu'à Airolo, tête sud dans le canton du Tessin.

J'ai pensé que l'examen de cette coupe et quelques détails à cet égard pourraient vous intéresser. Le massif général, sur la longueur indiquée ci-dessus, est divisé en quatre groupes, savoir :

1° Le massif du Finsteraarhorn, sur une longueur de 2,000 mètres, à partir de la tête nord de Göschenen, du côté de la Suisse;

2° En allant du nord au sud, le bassin d'Ursern, à la suite du précédent, sur une longueur de 2,330 mètres environ;

3° Le grand massif du Gothard proprement dit, sur une étendue de 7,340 mètres,

4° Le bassin du Tessin se terminant à la tête sud, sur une longueur de 3,250 mètres;

Au bas de la coupe que vous avez sous les yeux se trouvent, au-dessous de chaque massif ou bassin, des petits cartouches teintés qui reproduisent des teintes semblables de la coupe générale, avec les noms des roches qui y correspondent; vous reconnaîtrez ainsi :

1° Dans le massif du Finsteraarhorn, des granits veinés et des gneiss avec des filons de mica et d'eurite;

2° Dans le bassin d'Ursern, des gneiss avec des couches quartzeuses, des schistes noirs, du cipolin, des schistes à séricite;

3° Dans le massif du Gothard, de la serpentine (pierre ollaire) des roches amphiboliques, des gneiss micacés divers;

4° Enfin dans le bassin du Tessin, des roches amphiboliques, des micaschistes (feldspathiques verts, grenatifères gris, grenatifères noirs, calcifères), des schistes quartzeux, et à la tête sud du tunnel, de la dolomie.

Sur la courbe du profil vous remarquerez les indications métriques des hauteurs d'un certain nombre de points au-dessus du niveau de la mer :

Ainsi la tête nord du souterrain, à Göschenen, est à. . . . . 1,109m.
la rivière de la Reuss, au même endroit, est à. 1,102
à 1,600m plus loin, au pont du Diable, elle est à. 1,370
plus loin encore, vers le sud, sur le plateau d'Andermatt, elle est à 1,430
la hauteur moyenne du glacier d'Anagletscher est de. 2,735
le Kastelhorngrat, point culminant du Gothard, est à. 2,861
en descendant vers le sud, on trouve le lac de Sella à. 2,232
et à l'extrémité du souterrain la tête sud à 1,145m, soit à 36m plus haut que la tête nord.

C'est sous le plateau d'Andermatt, qui s'étend à une hauteur verticale de 300 mètres environ au-dessus du tunnel, et à 2,770 mètres de distance de la tête-nord, que s'est produit l'accident dont vous avez tous entendu parler; il y a lieu de donner ici quelques détails à cet égard :

On avait commencé la construction du revêtement en maçonnerie, quand on constata en décembre 1875 et janvier 1876, que les terrains sur ce point devenaient de plus en plus compressibles; cette compressibilité, qui s'était manifestée d'abord sur une longueur de 30 mètres, s'étendit bientôt jusqu'à 60; elle s'était fait sentir dès le début sur les boisages de la petite galerie de percement qui avaient une très forte charge à supporter.

La voûte qui avait été faite dans le courant de 1876 ne tarda pas à être écrasée; reconstruite en pierres plates et ciment avec une épaisseur de 1m,15, elle ne résista pas davantage; aujourd'hui, pour la nouvelle reconstruction, et sur le radier de premier établissement qui a été conservé, on emploie des pierres d'appareil en granit avec une épaisseur de 3m à la base des pieds-droits, de 2m,50 au-dessus et de 1m,50 à la clef.

Aux cintres en bois qui sont lourds et gênants pour le travail de construction, on a substitué des cintres en fer à double ⊥. La construction se fait par anneaux de 4 mètres; chaque anneau exige trois mois de travail, et il en reste encore 3 à faire; les anneaux déjà faits ne sont pas encore décintrés.

On espère que cette dernière reconstruction sera définitive; elle sera entièrement terminée au mois d'octobre 1881; ce sera aussi la date de l'achèvement complet du tunnel.

Depuis le commencement de l'hiver actuel, lorsque la route du Saint-Gothard a été trop fortement obstruée par les neiges, l'Administration a fait passer par le tunnel, à plusieurs reprises, les dépêches et les petits articles de messagerie de la poste.

On a cherché à se rendre compte de la fâcheuse compressibilité des couches dans la partie du souterrain où les voûtes se sont écrasées; l'on est porté à croire qu'il faut l'attribuer à l'action de l'air humide sur les schistes et gneiss traversés sur ce point et à la décomposition qui en avait été la conséquence; la présence du sulfate de chaux anhydre (la karstènite) y aurait été aussi reconnue; sa transformation en sulfate de chaux hydraté (gypse) est suivie d'une désagrégation, et le gypse réduit en fragments ne peut plus dès lors former voûte comme la roche compacte et solide.

Quelques autres hypothèses ont été produites, parmi lesquelles celle qui vient d'être énoncée paraît la plus plausible[1].

Je ne dirai que quelques mots d'une question de responsabilité qui a surgi entre la Compagnie du Saint-Gothard et la Société de l'entreprise du tunnel, à l'occasion de l'accident dont je viens de parler; c'est le sort des choses humaines de donner naissance à des conflits; je n'ai pas à formuler d'opinion à cet égard; l'affaire est, je crois, soumise à des arbitres.

Quoi qu'il en soit sur ce point, et quoi qu'il arrive d'autre part, au point de vue de l'influence que pourra avoir la route du Saint-Gothard dans le mouvement commercial des contrées de l'Europe, il faut reconnaître, à un autre point de vue, celui de l'ingénieur, que le percement du Saint-Gothard est une des grandes œuvres du dix-neuvième siècle.

M. Mallet désire présenter une courte observation au sujet des appréciations par lesquelles M. Deharme a terminé la partie de sa communication relative aux chemins de fer sur le Righi et notamment de la phrase « les Righi sont rares » qui semblerait indiquer que le système à crémaillère ne s'applique qu'à des chemins de fer de touristes du genre de ceux qui ont été décrits. La phrase ci-dessus a été écrite, il est vrai, par M. Couche, dans son grand traité : *Voie, matériel roulant et exploitation technique des che-*

1. J'ai entendu un ingénieur des mines émettre la pensée qu'il avait pu exister au plateau d'Andermatt, à l'époque des grands cataclysmes anciens, un vaste entonnoir en forme de cratère, qui aurait été comblé par des matériaux roulés amenés par les formidables mouvements des glaciaires. Le percement du souterrain sous Andermatt aurait alors donné lieu à un écoulement de ces matériaux comme celui du sable dans le petit appareil connu sous le nom de sablier. Mais la coupe géologique du Saint-Gothard met à néant cette hypothèse.

mins de fer, tome II, page 735; mais, si elle pouvait, à la grande rigueur, être admissible en 1873, date où l'écrivait l'éminent et regretté professeur, la situation a bien changé depuis.

Le système à crémaillère est actuellement appliqué en Europe à onze chemins de fer, desservis par une quarantaine de locomotives et tous établis par M. Riggenbach. Plus de la moitié de ces lignes sont des chemins industriels, servant à l'exploitation de mines, carrières et usines; c'est probablement dans cet ordre d'idées qu'est le champ le plus fécond d'application de la crémaillère, au moins pour le moment.

M. MALLET se croit d'autant plus autorisé à formuler cette réclamation, que, depuis 1871, époque à laquelle il présentait à la Société une étude détaillée sur les deux lignes à crémaillère existant alors, le premier chemin de fer du Righi et le chemin industriel d'Ostermundingen, il n'a cessé de tenir ses Collègues au courant des progrès du système, notamment dans les séances des 2 octobre 1874, 7 mai 1875 et enfin 21 mai 1880. En outre, la Chronique de janvier, actuellement à l'impression, contient quelques documents de date toute récente sur cette question, entre autres une note sur un chemin à crémaillère inauguré il y a quelques jours à peine dans la Prusse rhénane.

M. LE PRESIDENT remercie M. Deharme de sa très intéressante communication, et M. Loustau de l'exposé qu'il a bien voulu faire, sur la nature géologique des terrains traversés par le tunnel du Saint-Gothard.

M. LE PRÉSIDENT donne ensuite la parole à M. Cornuault, pour sa communication sur les *Nouveaux becs intensifs*.

M. CORNUAULT s'exprime ainsi :

MESSIEURS,

Depuis l'apparition de la lumière électrique sur nos voies publiques, c'est-à-dire depuis trois années environ, l'attention générale a été attirée sur l'utilité de disposer pour l'éclairage public de foyers de lumière plus intense que par le passé.

Jusqu'à cette époque, peu d'essais avaient été faits dans ce sens; soit routine, soit autre cause, on continuait à suivre un peu trop à la lettre peut-être, les conseils de Lavoisier, qui sont cependant encore si justes, dans la plupart des cas :

« L'objet qu'on doit se proposer en éclairant une grande ville, a dit « l'illustre chimiste, n'est pas d'y suspendre un petit nombre de lanternes « qui dépensent beaucoup, mais bien au contraire un grand nombre qui « dépensent peu. »

En effet, avec un grand nombre de sources lumineuses uniformément réparties, les objets sont à peu près également éclairés, et l'ombre produite par un point lumineux est détruite par la lumière venant des autres; mais il faut reconnaître que les conditions de l'éclairage public et particulier ont notablement changé depuis un siècle, et même, sans remonter si haut, depuis vingt ou trente ans.

D'une part, l'élévation continuelle des frais généraux, le besoin d'accroître sans cesse l'activité de la production possible, poussent les industriels ou commerçants à augmenter la durée des périodes de travail en ayant recours à la lumière artificielle; il en est de même en ce qui concerne la durée des plaisirs de l'humanité, en sorte que le besoin de lumière augmente tous les jours.

D'autre part, en présence de l'accroissement considérable de la circulation, de l'augmentation des dimensions des places publiques, de l'élargissement des rues et boulevards, on comprend qu'il soit nécessaire d'augmenter proportionnellement la puissance de leur éclairage, et qu'il y ait là des besoins réels et nouveaux à satisfaire, auxquels ne peut suffire une multiplicité exagérée de foyers de faible intensité, entraînant avec elle un encombrement d'appareils : candélabres, consoles, etc., et des frais onéreux d'entretien de ces appareils.

La lumière électrique a donc trouvé le champ presque libre sur certains milieux *spéciaux;* elle a essayé et essaye encore de s'en emparer.

Le gaz a répondu en luttant avec énergie dans cette voie nouvelle, et il se défend non sans succès.

Les progrès dans ces derniers temps, je dirais presque dans ces derniers mois, sont tels, qu'on peut justement dire qu'un horizon nouveau s'est ouvert pour l'industrie gazière, et qu'un premier pas seulement, est fait dans une voie où l'on ne s'arrêtera pas de sitôt.

Les becs publics, qui jusqu'à ces derniers temps, éclairaient seuls les rues des villes, becs papillons renfermés dans des lanternes, rentrent dans les types suivants, définis par Fresnel dès 1843 :

	Consommation en litres par heure.	Intensité lumineuse en carcels (1).	Dépense par heure et par carcel.
Becs papillons 1re série.....	100	0c.77	129 litres.
— 2e » (Bec de ville de Paris).	140	1 .10	127
— 3e »	200	1 .72	116

L'effet utile, ainsi que le montrent ces chiffres, augmente avec la consommation du bec; c'est là en effet, un fait général lorsque les becs sont comparables sous leurs divers rapports; on a donc, en concentrant la lumière en foyers plus puissants, obtenu, à la fois, et des intensités absolues plus grandes — but principal recherché — et aussi un meilleur *rendement*, c'est-à-dire une certaine économie de gaz consommé.

Le gaz, avec une élasticité merveilleuse qui n'appartient qu'à lui, peut produire une lumière tout aussi susceptible de multiplication que de division, *et son effet utile augmente avec cette multiplication.*

(1) L'unité de lumière à laquelle on compare en France les intensités lumineuses est l'éclat d'une lampe carcel brûlant 42 grammes d'huile de colza épurée à l'heure dans des conditions *définies;* à Paris, comme dans la plupart des villes de France, le pouvoir éclairant du gaz est tel que 105 litres de gaz brûlés dans un bec type Bengel *défini*, équivalent à une carcel.

Le même phénomène se produisant avec la lumière électrique, aboutit à un résultat économique inverse.

La lumière électrique, en effet, contrairement au gaz, a comme point de départ de puissants foyers, et recherchant la divisibilité pour arriver aux intensités pratiques, elle ne l'obtient, dans une certaine mesure, qu'en atténuant de plus en plus son rendement, autrement dit, en nécessitant une dépense en force motrice de plus en plus considérable par unité de lumière produite, à mesure que diminue l'intensité lumineuse.

Dès que la faveur du public parut acquise aux becs à grande consommation, ou *becs intensifs*, les inventeurs se donnèrent libre carrière, et un nombre considérable de ces becs a surgi depuis deux ans environ; c'est ainsi qu'au Congrès de la Société technique du gaz en France, tenu en juin 1879, un de nos collègues, M. Ellissen, pouvait présenter à la Société, la collection réunie dans un même emplacement, des becs intensifs remplissant les conditions les plus avantageuses. Dans un intéressant mémoire couronné par la Société technique, notre Collègue décrivait les becs intensifs: de la C^ie^ Parisienne, Coze, Mallet, Sugg, Giroud, Wigham, Gautier, les trois premiers brûlant à l'air libre, les suivants comportant des cheminées en verre, ou des cheminées placées à quelque distance au-dessus du bec.

Je ne reviendrai pas, vous engageant à vous reporter au mémoire cité, sur ces becs intensifs, dont plusieurs d'ailleurs sont certainement connus de vous, et particulièrement le bec de la C^ie^ Parisienne ou bec de la rue du Quatre-Septembre, fort répandu maintenant dans Paris; ce bec est formé, comme vous savez, par la juxtaposition de six becs papillons brûlant chacun 233 litres, disposés en hexagone, sur une circonférence de 0^m^,15 de diamètre. Je rappellerai seulement que ce bec qui consomme 1,400 litres à l'heure fournit une puissance éclairante de 13 carcels, et exige par conséquent une consommation, par carcel et par heure, de 105 à 107 litres.

Parmi les nouveaux becs intensifs, je citerai tout d'abord :

Le bec ou brûleur intensif Marini-Goelzer :

Ce bec brûle à l'air libre, sans verre, comme le bec de la rue du Quatre-Septembre.

Pour éviter la vacillation de la flamme, tout en ne l'emprisonnant pas dans une cheminée qui la maintienne et la dirige, l'inventeur a eu l'idée de renverser les conditions ordinaires, et de placer au contraire la flamme autour d'une sorte de tuteur, qui l'empêche de se déformer ou de se diviser, et qui accomplit en sens inverse l'une des fonctions de la cheminée : celle de donner à la flamme de la fixité, de la rigidité et une tranquillité relative.

Le tuteur central est tantôt en porcelaine et percé de trous, tantôt en verre et en forme de poire, comme celui que je fais brûler devant vous.

Le *brûleur* est circulaire; c'est un bec rond de 0^m^,133 de diamètre avec 250 trous, dans le grand modèle.

L'alimentation d'air se fait : par un courant d'air *extérieur* amené par une coupe de cristal cylindrique, qui sert de cône extérieur et prend l'air au dehors de la lanterne, et par un courant d'air *intérieur* guidé par un cône en cuivre placé plus haut que le premier.

En outre, dans le cas du tuteur en porcelaine percé de trous, l'air arrive encore à l'intérieur de ce cylindre par des trous circulaires percés à sa surface.

MM. Marini et Gœlzer construisent plusieurs types de ce brûleur intensif; celui que vous voyez brûler consomme 800 litres environ et produit 8 carcels 5 environ, soit une dépense par heure et par carcel de 95 litres, un type plus fort consomme 1500 litres et produit 17 carcels soit une dépense de 90 litres par heure et par carcel.

Bec intensif à flamme sphéroïdale Bengel.—Ce bec qui est dû à M. Schaeck et construit par M. Bengel, se présente sous une forme nouvelle : l'émission du gaz ne s'y produit pas par une série de trous comme d'ordinaire, mais bien par une fente circulaire continue, ce qui lui donne une disposition analogue à celle d'un bec de lampe à schiste; il n'y a ici ni stéatite pouvant casser, ni trous pouvant s'altérer ou se boucher; deux surfaces métalliques épaisses constituent les lèvres du bec. Le gaz arrive par plusieurs branches partant d'un tuyau central et l'émission du gaz se fait par la fente continue; la flamme venant rencontrer un disque supérieur s'étale et se mélange intimement avec l'air qui afflue par des canaux extérieurs et intérieurs, de sorte que les deux faces de la flamme se trouvent par l'inflexion même du jet gazeux, mises en contact aussi parfait que possible avec l'air comburant.

D'une manière générale les becs intensifs sont munis de *rhéomètres*, ou régulateurs secs, et il est très nécessaire pour tous les becs à grande consommation de régler soigneusement cette consommation, sans quoi le pouvoir éclairant peut varier sensiblement.

Le bec Bengel consomme 700 à 750 litres à l'heure, il produit 9 à 10 carcels soit une dépense de 75 à 80 litres par heure et par carcel.

J'ajouterai qu'on peut augmenter assez sensiblement l'effet utile de ce bec, et sa disposition s'y prête assez bien, en entourant le globe d'un manchon cylindrique en verre; dans ces conditions, l'air qui alimente la combustion, arrive déjà échauffé, ce qui est une condition essentielle pour obtenir un bon effet utile. C'est ainsi que dans des expériences faites il y a plusieurs années, M. Lefebvre était parvenu, en alimentant la combustion avec de l'air préalablement échauffé par son passage dans une double enveloppe, à obtenir avec des becs à faible intensité des consommations de 67 et même 65 litres par heure et par carcel.

Bec intensif Ulbrich et Messmer.—Ce bec, d'origine autrichienne, est très analogue au bec anglais Sugg bien connu. (Le bec Sugg, premier bec intensif paru, a figuré à l'Exposition de 1878.

Il se compose de plusieurs couronnes concentriques en stéatite percées d'un grand nombre de trous en dessus, et posées sur des couronnes métalliques formant chambres, dans lesquelles le gaz se détend.

Le type n° 1 à 2 couronnes consomme. . .				500	litres à l'heure
—	n° 4 à 3	—	—	1400	—
—	n° 6 à 4	—	—	2000	—

La dépense par heure et par carcel varie dans ces becs de 70 à 75 litres.

Becs intensifs Siemens à régénérateurs. — Les becs intensifs Siemens à régénérateurs présentent un effet utile tout différent des précédents becs.

Avant de les faire fonctionner, je dois, tout d'abord, vous faire connaître sur quels principes ils reposent, et quelles sont les données théoriques qui ont certainement guidé son inventeur, M. Frédéric Siemens, de Dresde, l'un des membres de cette famille qui s'est rendue illustre par les inventions dont elle a enrichi la science moderne.

On sait, que les gaz n'éclairent pas, ou n'éclairent que fort peu par eux-mêmes, et que ce sont au contraire les corps solides qui brûlent avec un développement de lumière qui croît avec l'élévation de la température, suivant une loi que j'indiquerai tout à l'heure. C'est à l'incandescence, à l'irradiation des particules du carbone, corps solide, que la flamme du gaz doit ses propriétés éclairantes.

Le gaz est composé principalement d'hydrogène, d'oxyde de carbone, de protocarbure d'hydrogène, et de divers carbures d'hydrogène plus riches en carbone : acétylène, éthylène, benzine, etc.

Les trois premiers gaz brûlent sans fournir de lumière sensible, en produisant de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau.

Les derniers carbures, au contraire, en se décomposant, en se dissociant, sous l'action de la température, rendent libres les particules de carbone solide qui, portées au blanc par la chaleur de la combustion, deviennent incandescentes, et sont ensuite brûlées elles-mêmes et de nouveau réduites en un produit gazeux : l'acide carbonique.

Ainsi donc, par la combustion, le carbone se sépare, devient incandescent et communique au jet de gaz dépourvu de clarté par lui-même, l'éclat lumineux qu'on observe. L'intensité de la lumière qu'il émet alors est, comme pour tout corps solide, d'autant plus vive que la température est plus élevée.

En élevant la température, non seulement l'intensité de la lumière augmente, mais encore cette lumière renferme des rayons de plus en plus réfrangibles (c'est-à-dire se rapprochant du violet du spectre), de sorte qu'à une température comprise entre celles de fusion de l'or et du fer (vers 1300 ou 1400°) la lumière devient sensiblement plus blanche.

Ainsi, non seulement en élevant la température de la flamme, la teinte de la lumière se rapproche davantage de celle du jour, mais encore, en vertu

des lois connues, l'intensité de lumière émise par un même poids de combustible consommé dans un même temps, est bien plus considérable.

Sans vouloir insister sur la loi, assez mal connue d'ailleurs, reliant les températures et les intensités de lumière, je rappellerai que Becquerel a trouvé qu'elle pouvait être représentée par une formule exponentielle

$$I = a\,(e^{b(T-\theta)} - 1),$$

dans laquelle :

I représente l'intensité lumineuse,
T la température du corps,
θ la température à laquelle les premiers rayons lumineux sont émis,
e la base des logarithmes,
a et b des coefficients constants pour une même expérience.

Dans ces conditions les intensités lumineuses, croîtraient à mesure que s'élèverait la température avec une extrême rapidité.

Ainsi : l'intensité lumineuse correspondante à la température de fusion de l'argent 916°, étant prise pour unité, celle correspondante à la température de fusion du cuivre 1157°, serait 69 fois plus grande ; à 1200° l'intensité serait 147 fois plus grande, etc... l'expérience et les travaux de Preece, ont prouvé depuis, que cette loi n'était pas exactement applicable aux températures très élevées, et que les intensités lumineuses croissaient moins vite que ne l'indiquait la loi, bien qu'avec une très grande rapidité.

On comprend dès lors, tout l'intérêt qui s'attache à l'obtention d'une température élevée des flammes ; j'ajouterai encore qu'il est aussi possible de supposer, comme l'a fait Frankland, que l'hydrogène protocarboné qui forme les 35 pour 100 environ du gaz d'éclairage, et qui, ainsi que je l'ai dit plus haut, brûle non décomposé aux températures usuelles, se dissocie à des températures plus élevées, et vienne par son carbone porté à l'incandescence, ajouter un nouveau contingent de matières solides lumineuses.

Pour arriver au résultat cherché, c'est-à-dire pour obtenir une température élevée de la flamme, M. F. Siemens s'est arrêté au parti de chauffer préalablement l'air nécessaire à la combustion.

En effet, dans la combustion, l'azote, gaz inerte, qui forme plus des trois quarts de l'air, absorbe une grande partie de la chaleur dégagée, et empêche ainsi la flamme d'atteindre une température très élevée ; mais si l'air est chauffé préalablement à une haute température, il apporte par lui-même une quantité de chaleur capable de compenser dans une certaine mesure la chaleur absorbée par l'azote et de restituer à la flamme la température élevée qu'elle atteindrait avec de l'oxygène presque pur.

Pour chauffer l'air, M. Siemens utilise ou *récupère* simplement la chaleur perdue des produits de la combustion.

Le bec Siemens, représenté sommairement dans le croquis ci-contre, est constitué dans son essence par trois chambres concentriques en fonte ou en bronze : A, B, C (fig. 2 et 3), la forme extérieure a une grande analogie avec celle d'un obus d'artillerie.

Le gaz est introduit par un tuyau *b* dans la chambre annulaire B où il se détend, et arrive à n'avoir plus qu'une pression presque nulle; il sort de cette chambre par un brûleur annulaire constitué par une série de petits tubes verticaux *t* de 5 à 6 millimètres de diamètre.

A la sortie de ces tubes, il se mélange avec l'air qui débouche en O après s'être élevé dans la chambre A et avoir léché les parois des chambres intérieures.

La combustion s'effectue donc en O et la nappe lumineuse, formée par la juxtaposition des petits jets de gaz, s'élève tout d'abord, puis se renverse grâce à l'appel d'une cheminée latérale (fig. 1), autour d'un cylindre en matière réfractaire *d* dont elle vient reborder l'arête supérieure, en rentrant à l'intérieur de la chambre C; les parois de cette chambre C se trouvent ainsi portées à une haute température par la seule chaleur des produits de la combustion qui s'échappent par la cheminée latérale.

L'air arrivant en sens inverse s'échauffe progressivement au contact de ces parois dans la chambre annulaire A, et atteint une température voisine de 500° lorsqu'il se mélange en O avec le gaz qui se trouve lui-même chauffé dans la chambre B. Un écran à dents ou *déflecteur* placé en O à la sortie de l'air, divise cet air en une série de lames, et de même un déflecteur placé à 2 centimètres environ au-dessus du premier, divise les jets de gaz, en sorte que air et gaz se trouvent intimement mélangés à l'intérieur des losanges figurés en plan dans la figure 4.

Dans ses premières dispositions, M. Siemens avait soin d'augmenter les surfaces par des chicanes de diverses formes, tant pour l'air que pour les produits de la combustion.

Les constructeurs français y ont renoncé maintenant, tant pour simplifier l'appareil et rendre le tirage plus facile, que parce qu'ils pensent que l'effet produit est à peu près nul ; il ne doit pas en être cependant complètement ainsi, et l'importance d'augmenter la température de l'air est telle qu'il serait bon, au point de vue de l'intensité lumineuse, de chicaner dans une certaine mesure, l'air et les gaz de combustion.

On construit plusieurs types de ces becs :

	Nombres de tubes du brûleur.	Consommation en litres à l'heure.	Intensité lumineuse en carcels.	Consommation horaire par carcel.
N° 1...	32	1600[l]	46 à 48°	33 à 35[l]
N° 2...	24	800	20 à 22	38 à 40
N° 3...	18	600	13 à 15	40 à 45
N° 4...	15	300 (250 à 350)	5 à 7	45 à 50

Je fais brûler devant vous un bec de 800 litres, à verre, un bec de cette

même consommation sans verre, renfermé dans une lanterne de ville posée sur candélabre, et enfin un bec de 1600 litres à verre.

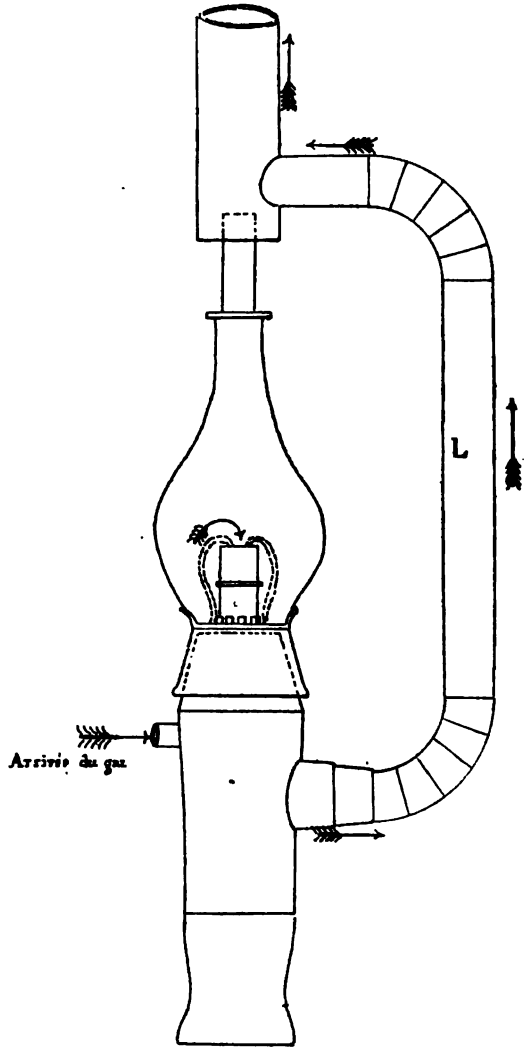


Fig. 1.

TYPE DE 600 LITRES.
Échelle approximative au 1/6.

On a reproché à l'industrie du gaz d'être routinière, ennemie du pro-

grès, de s'endormir dans ses *inintelligents monopoles*, comme nous l'avons entendu dire dans une conférence retentissante à la Sorbonne.

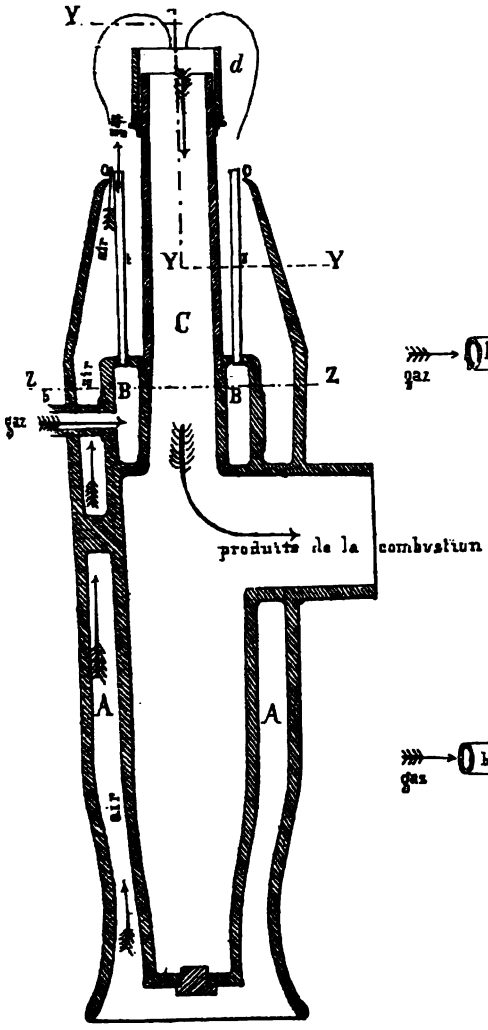


Fig 2

Coupe suivant ZZ

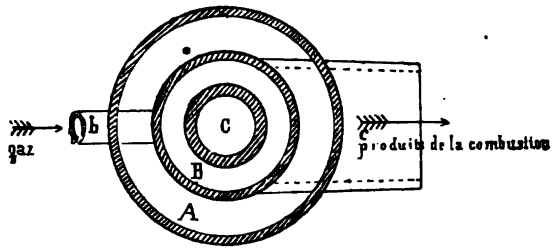


Fig 3

Coupe suivant YYY

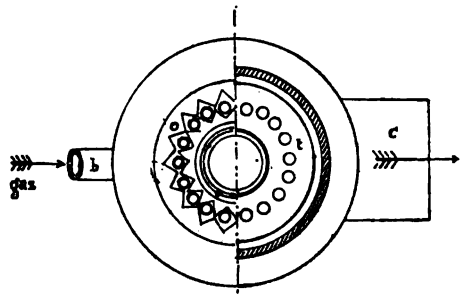


Fig 4

TYPE DE 600 LITRES
Échelle approximative au 1/3.

La réponse du gaz est dans le tableau résumé suivant :

DÉSIGNATION.	CONSOMMATION en litres à l'heure.	INTENSITÉ lumineuse en carcels.	CONSOMMATION par heure et par carcel.	EFFET UTILE de 1000 litres de gaz.
	litres.	carcels.	litres.	carcels.
Becs papillons 1re série.....	100	0,77	129	7,70
Id. 2e série.....	140	1,10	127	7,85
Id. 3e série.....	200	1,72	116	8,60
Bec intensif de la rue du Quatre-Septembre...	1400	13,00	105 à 107	9,20
Bec intensif Marini Gœlzer.....	800	8,5	95	10,60
Id. id.....	1500	17,00	90	11,30
Id. sphéroïdal Bengel.....	700 à 750	9 à 10	75 à 80	12,80
Id. Ulbrich Messmer.....	500	7,00	»	»
Id. id.....	1400	20,00	70 à 75	14,00
Id. id.....	2000	27 à 28	»	»
Bec Siemens à régénérateur.....	300	5 à 7	45 à 50	20,00
Id. id.....	600	13 à 15	40 à 45	23,00
Id. id.....	800	20 à 22	38 à 40	26,00
Id. id.....	1600	46 à 48	33 à 35	29,00

Ainsi, parti de becs donnant 0e, 77 et dépensant 129 litres par carcel, on est arrivé à des foyers fournissant près de 50 carcels, et consommant 33 litres par carcel soit *quatre fois* moins (ce qui, par parenthèse, diminue dans la même proportion le prix du gaz consommé dans ces conditions comparées). On peut donc dire que de même que les constructeurs de machines à vapeur ont su notablement diminuer, dans ces dernières années, la consommation du charbon, par cheval et par heure pour produire la force, de même les gaziers ont su diminuer la consommation de gaz par carcel et par heure pour produire la lumière.

Le dernier mot est loin d'être dit dans la voie où l'on est engagé maintenant; on comprend très bien que les dimensions de brûleurs comme ceux-ci peuvent être facilement agrandies; on le conçoit si bien, qu'actuellement même, on construit un brûleur qui ne donnerait pas moins de 100 carcels et qui, d'après des expériences faites avec un appareil d'essai, n'exigerait pas plus de 30 litres par carcel. La consommation par heure serait donc de 3 mètres cubes pour 100 carcels.

Si je ne craignais de m'avancer un peu, je dirais même que par une ingénieuse disposition, la cheminée latérale serait supprimée dans ce nouveau bec.

Nous voilà loin du temps, peu éloigné cependant — deux années à peine — où des électriciens distingués et consciencieux, je ne parle que de ceux-là, pouvaient émettre l'opinion « qu'il serait probablement difficile avec le gaz, d'aller beaucoup au delà de 4 à 5 becs carcels, et cela encore, en dépensant 260 à 330 litres de gaz à l'heure. »

Il faut bien reconnaître que le gaz a progressé depuis lors.

J'ajouterai d'ailleurs que si un pas — un grand pas — vient d'être fait dans une voie nouvelle, il y a encore dans cette voie même, largement matière à progrès. L'élévation plus grande de la température de l'air doit être recherchée, la nature de la substance réfractaire entourée par la flamme doit aussi attirer l'attention, et comporte des améliorations sur lesquelles on peut presque compter.

M. Ermel demande si l'on s'est occupé de l'utilisation dans les becs d'appartement, et si l'on n'obtient pas un avantage au moyen des becs conjugués.

M. Cornuault répond que les becs conjugués sont connus depuis longtemps, et qu'en effet ils donnent un meilleur rendement que les becs ordinaires. M. Coze, a présenté au Congrès de la Société technique du gaz de 1879, une étude très détaillée sur les becs conjugués, qui pourrait être utilement consultée.

M. Cotard dit qu'il y a sans doute intérêt à utiliser le gaz de façon à obtenir le plus grand pouvoir éclairant avec le minimum de consommation, mais il ne faudrait pas que cette recherche fît oublier le véritable point de vue auquel on doit se placer, c'est-à-dire autant que possible se rapprocher de la lumière du jour qui est une lumière diffuse. Or, les appareils que M. Cornuault vient de décrire et de mettre sous les yeux de l'assemblée

donnent une flamme éclatante, très vive qui rappelle celle des becs électriques. M. Cotard croit que c'est une erreur, pour vouloir lutter contre l'électricité, de tomber précisément dans l'inconvénient que l'on reproche à celle-ci, en concentrant la lumière au lieu de la diviser.

M. Cornuault répond que pour combattre l'électricité on a dû se placer sur son terrain, et prouver, tout d'abord, que l'on peut arriver avec le gaz à une intensité de lumière comparable à celle des becs électriques, tout en restant dans des limites de dépense beaucoup moindres. Mais on est libre, avec le gaz, d'employer des appareils aussi petits qu'on le veut, soit des becs ordinaires, soit par exemple le bec Siemens de 250 à 350 litres, qui dépense seulement 45 litres par heure et par carcel.

M. Cotard a présenté son observation pour faire ressortir le principe qui doit, suivant lui, diriger dans les recherches; il demande, aussi bien à l'électricité qu'au gaz, le plus haut degré possible de divisibilité, afin d'éviter complètement les ombres, c'est là le point capital.

M. Cornuault fait observer que le gaz présente, autant qu'on le veut, la possibilité de division; on aurait pu, par exemple, disposer dans la salle 5 ou 6 becs de 300 litres, au lieu d'un bec de 1600 litres et l'on aurait ainsi obtenu le résultat que demande M. Cotard; avec le gaz on a à sa disposition et la division et la multiplication.

M. Armengaud fait remarquer que, dans ce cas, on obtient un rendement moins satisfaisant.

M. Cornuault répond que le rendement est encore très bon, puisque, comme il l'a déjà dit, le bec Siemens de 300 litres n'exige que 45 litres de consommation horaire par carcel, ce qui est un excellent résultat, comparé à celui du bec papillon de 200 litres, qui consomme 116 litres par carcel. D'ailleurs, la divisibilité est précisément le champ sur lequel le gaz triomphe, et il ne se dessaisira pas de cet avantage.

M. Jordan croit devoir faire remarquer, en réponse à M. Cotard, que les vendeurs de gaz sont en définitive des commerçants, et que s'ils ont fait des becs intensifs, c'est parce que les consommateurs en ont demandé; le but de la communication de M. Cornuault lui paraît être précisément de faire connaître les progrès réalisés dans ce sens. M. Jordan est tout à fait de l'avis de M. Cotard relativement à la division de la lumière, mais il répète que si les gaziers ont cherché les perfectionnements des becs intensifs, c'est parce que ces perfectionnements répondent aux demandes actuelles de certains consommateurs.

M. Cotard demande de quels consommateurs il est question.

M. Jordan citera, par exemple, les municipalités, les grands établissements industriels, les compagnies de chemins de fer, les cafés, etc. On comprendra aisément leurs demandes, si l'on veut remarquer, qu'on emploie maintenant, dans certaines gares, par exemple, des lampes électriques qui sont données comme ayant la valeur de cinquante carcels environ,

qui coûtent 50 à 60 centimes l'heure, tandis que l'on peut avoir des becs intensifs donnant à peu près la même quantité de lumière et dépensant seulement 1600 litres soit 0 fr. 24 en comptant le gaz à 0 fr. 15 le mètre, prix de la ville de Paris.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. Cornuault d'avoir bien voulu faire connaître à la Société les progrès réalisés dans l'emploi des becs de gaz à grande intensité lumineuse qui, par les dispositions imaginées par M. Siemens, promettent des résultats importants.

Les Membres reçus dans la présente séance sont: MM. Benoiste, Blandin, Buffet, Charrier, Clamens, Clercq (de), Darnay, Dayras, Debenoist, Douane, Dupont (Gustave), Engerth fils (le baron), Gadsden, Grieumard, Halphen (Edm.), Jeuffroy, Kœchlin, Letalle, Lévêque, Merle d'Aubigné, Paris, Radot, Recopé, Rodrigue, Thiéry, comme membres sociétaires.

MM. Mir et Renault (Léon), comme membres associés.

CHRONIQUE

SOMMAIRE. — Le touage à vapeur. — Le port de Ruhrort. — Résultats d'exploitation du chemin de fer du Rigi en 1880. — Un nouveau chemin de fer à crémaillère. — Résultats d'exploitation des chemins de fer prussiens en 1878. — Anciens chemins à rails pour le transport du charbon.

Le touage à vapeur. — Le professeur Teichmann, de Stuttgart, a fait au groupe wurtembergeois de l'Association des ingénieurs allemands une communication sur le touage, dont nous extrayons ce qui suit :

On sait que l'avantage principal du touage sur câble ou chaîne noyés est de supprimer presque complètement le recul qui se produit avec les propulseurs ordinaires, et qui fait qu'une partie du travail moteur est employée à donner en pure perte de la vitesse à l'eau dans laquelle agit le propulseur.

M. Teichmann a réuni des résultats d'expériences comparatives faites entre trois remorqueurs de construction récente du Rhin et trois toueurs à câble également du Rhin. Ces résultats sont résumés dans le tableau ci-après.

Pour l'appréciation de la résistance du train remorqué, on a admis que 70 p. 100 de l'effort moteur étaient transmis à l'organe de touage dans la direction de la marche ; il y a, en effet, à déduire les résistances propres de la machine, les frottements des engrenages et des treuils. Des expériences directes, faites sur le toueur du Danube *Nyitra*, ont fait voir que l'ensemble de ces pertes pouvait se monter à 23 où 25 pour 100, à quoi il faut ajouter 1 à 3 pour 100 qui forme la différence entre la longueur du câble ou de la chaîne et celle de la distance parcourue.

Avec le remorqueur, on doit compter les résistances de la machine, celles qui sont dues au mode d'action des aubes des roues et le recul, soit 30 pour 100 environ.

Voici quelques chiffres sur la résistance à la traction des bateaux du Rhin ; on peut admettre que, pour obtenir une vitesse de 1 mètre par seconde en eau calme, il faut exercer les efforts suivants :

Bateau du Rhin en bois, charge 250 tonnes.	130 kilog.
id. en fer, charge 250 tonnes.	90
Petit toueur du Rhin, n° 1 à 4.	140
Grand — n° 5 à 8.	190
Remorqueur à aubes, de 700 à 800 chevaux.	200
id. de 450 chevaux.	180

DÉSIGNATION.	REMORQUEURS A ROUES DU RHIN.			TOUEURS DU RHIN.		
	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*
1. Désignation des bateaux	*Cologne I.*	*Cologne II.*	*Manhein V.*	*Toueur I.*	*Toueur III.*	*Toueur V.*
2. Date des essais	Septembre 1874.	Septembre 1874.	Novembre 1876	Septembre 1874.	Mai 1874.	Octobre 1875.
3. Trajet de	Hochfeld.	Hochfeld.	Homberg.	Emmerich.	Hochfeld.	Duisburg.
4. Trajet à	Cologne.	Cologne.	Cologne.	Ruhrort.	Düsseldorf.	Düsseldorf.
5. Train remorqué bateaux en bois	4	5	2	6	5	5
6. Train remorqué bateaux en fer	1	0	1	0	0	0
7. Train remorqué tonnage	1260	1223	—	1263	1322	1260
8. Train remorqué charge	1260	1130	980	953	1286	1128
9. Distance	82980	82980	91500	57780	22240	13650
10. Durée totale du trajet en heures et minutes	18.28	17.18	—	14.10	—	—
11. Durée des arrêts	24	19	—	32.5	—	—
12. Durée réelle de marche	18.4	16.59	21.10	13.57	4.29	3.5
13. Vitesse en mètres par seconde	1.248	1.357	1.200	1.15	1.38	1.23
14. Vitesse en kilomètres à l'heure	4.493	4.884	4.330	4.14	4.96	4.43
15. Travail de la machine en chevaux indiqués	803	753	450	131	145	133
16. Dépense de charbon par heure	932	835	728	190	206	194
17. Dépense de charbon par heure et par cheval indiqué	1.142	1.105	1.62	1.45	1.42	1.46
18. Parcours réel du bateau	82570	82980	91500	61310	26870	18540
19. Chemin développé par les aubes ou le câble	381653	359984	386000	63555	27292	18902
20. Rapport des deux	4.622	4.34	4.19	1.03	1.016	1.01
21. Vitesse du courant en kilomètres à l'heure	1.65	1.40	1.65	1.50	1.40	1.47
22. Vitesse du bateau en eau calme en mètres par seconde	2.86	2.757	2.86	2.65	2.78	2.70
23. Résistance du train en kilogrammes	7309	6713	4699	5981	5528	5677
24. Résistance du train pour un mètre de vitesse par seconde	870	883	579	852	716	779
25. Effet utile des aubes $= \frac{\text{vitesse en eau calme}}{\text{vitesse des aubes}}$	0,503	0,468	0,567	—	—	—
26. Surface des aubes, en mètres carrés	5.61	5.61	5.04	—	—	—

Ces chiffres s'appliquent au Rhin et à des fleuves analogues; dans des cours d'eau plus resserrés, où le rapport de la section transversale à celle du bateau serait moindre, les résistances seraient plus considérables.

Dans les résultats indiqués, bien que la consommation de combustible, par unité de puissance développée par la machine, soit notablement plus faible avec les grosses machines Compound des remorqueurs qu'avec les machines ordinaires des toueurs, ces derniers ne dépensent guère que le quart de la consommation des premiers. L'effet utile des roues étant le rapport de la vitesse du bateau à la vitesse des aubes, ce rapport est de 0,49 en moyenne pour les remorqueurs *Cologne I* et *II*, et de 0,57 pour le *Manheim V*.

Il est bon d'indiquer ici la manière dont on apprécie la vitesse du courant.

Si on appelle s la vitesse du courant, et w la vitesse du bateau en eau calme, la vitesse à la descente sera $l = w + s$, et la vitesse à la remonte $b = w - s$, d'ou on tire $s = \frac{l - b}{2}$; c'est-à-dire que la vitesse du courant est la moitié de la différence des vitesses à la descente et à la remonte.

A l'économie de combustible des toueurs, on doit ajouter la moindre dépense de personnel, de service, d'entretien, etc., par rapport aux remorqueurs à roues.

Mais la grosse question est la dépense d'établissement et de renouvellement de l'organe essentiel du touage, la chaîne ou le câble. Voici ce qu'on peut dire, quant à la préférence à accorder à l'un ou à l'autre. La chaîne est beaucoup plus flexible et permet l'emploi de treuils et tambours de moindre diamètre qui exigent des transmissions moins compliquées et peuvent se placer dans l'axe du bateau. La chaîne étant plus lourde se relève moins loin à l'avant du bateau et est moins sujette à se déplacer dans le lit de la rivière. Par contre, le passage de la chaîne sur les tambours et rouleaux donne lieu à des chocs violents et à une usure rapide.

Le câble est beaucoup plus raide et nécessite des poulies de grand diamètre qu'on est obligé de placer sur le côté dans la plupart des toueurs, par exemple, dans ceux de la Compagnie du touage de Cologne et dans ceux de la *Steam Cable towing Company*, de New-York. On peut citer comme exception les toueurs de la Newa, du système Ziebarth, avec poulies horizontales et trois toueurs du Rhin inférieur qui ont les poulies dans l'axe du bateau; ces derniers ne peuvent quitter le câble sans qu'on soit obligé de le couper.

Le câble étant plus léger se relève loin du bateau et se déplace facilement dans le lit de la rivière; mais la marche de la machine est plus douce et l'usure moins considérable. L'avantage capital est dans le prix d'établissement.

Les chaînes sont soumises à des épreuves qui diffèrent d'une société à l'autre.

La fabrique de chaînes de Duisburg emploie une machine à essayer de

30 mètres de longueur, avec laquelle on essaye la chaîne entière à 1,429 kilogrammes par centimètre carré, effort auquel se produit un allongement permanent. Ces chaînes travaillent à 635 kilogrammes par centimètre carré dans les treuils à bras, et on ne les soumet qu'à des charges de la moitié au plus dans les treuils et grues à vapeur à grande vitesse.

La Compagnie de touage de l'Elbe essaye la chaîne à la rupture par petits bouts; le fer ne devant pas rompre à moins de 2,400 kilogrammes.

La Compagnie de touage du Neckar essaye le fer à la rupture qui ne doit pas avoir lieu à moins de 3,800 kilogrammes. La chaîne tout entière, qui a 25,4 millimètres de diamètre et pèse 15,4 kilogrammes le mètre courant, est éprouvée à 14,000 kilogrammes, soit 1,382 kilogrammes par centimètre carré; en outre, on essaye à la rupture des bouts qui ne doivent pas rompre au-dessous de 25,000 kilogrammes, soit 2,467 kilogrammes par centimètre carré.

Le premier câble du Rhin était composé de 6 torons de 6 fils chacun, dont l'un servant d'âme centrale. La résistance des torons extérieurs était de 52 kilog., et celle du toron central de 38 kilog. par millimètre carré.

Ce câble a été remplacé sur une partie par un câble plus fort, composé de 49 fils, de 4,6 à 5,1 millimètres de diamètre, le diamètre du câble étant de 43 millimètres. Les fils des torons extérieurs résistent à 48 kilog., et ceux du toron central à 40 kilog. par millimètre carré. Ce dernier a une enveloppe imperméable qui le préserve contre la rouille et donne en outre un appui élastique aux torons extérieurs.

Ce câble, dont la section est de 840,4 millimètres carrés, doit résister à 40,890 kilog. soit 48,65 kilog. par millimètre carré.

Il pèse 7,1 kilog. par mètre courant. Il a été fourni par la maison Felten et Guilleaume de Cologne, par bouts de 12,5 kilomètres d'une seule pièce.

L'effort de traction maximum exercé en service est naturellement assez variable suivant la charge à remorquer et la force du courant. M. Teichmann donne quelques chiffres dans un tableau que nous reproduisons.

BATEAUX.	Pression à la chaudière.	Diamètre des cylindres.	Course des pistons.	Rapport des engrenages.	Diamètre des treuils ou poulies.	Effort maximum de traction.	Diamètre du câble ou de la chaîne.	Section.	Effort maximum par centimètre carré.
		m/m				kg.	m/m/	ct.	kg.
Elbe II.....	4 1/2	355	685	74 : 40	1.181	5.255	22.2	7.777	676
Elbe XII.....	7	360	720	100 : 40	1.770	7.425	25.4	10.135	733
Hambourg - Magdebourg XIII.....	4	380	685	82 : 32	1.188	7.467	26.15	10.74	695
Neckar.....	7	320	640	90 : 33	1.192	8.504	25.4	10.135	839
Rhin.....	7	360	600	$\frac{51}{20} \times \frac{102}{22}$	3.056	16.960	43.0	8.404	2018

L'effort sur le câble ou la chaîne s'augmente des résistances du mécanisme; avec la chaîne les frottements sur les tambours et sur les nombreux rouleaux sont plus considérables, mais avec le câble il y a à tenir compte de la résistance du double jeu d'engrenages.

Mais, à côté de l'effort normal dû à la traction même, il faut tenir grand compte des efforts anormaux qui se produisent, d'une part, par suite des tensions brusques qu'éprouvent quelquefois les remorques, principalement dans les courbes, et, d'autre part, par l'effet des diamètres inégaux des gorges des treuils résultant de l'usure. Cette dernière cause amène la plupart des ruptures de chaînes. Ainsi, sur l'Elbe, on a dû substituer à la première chaîne une chaîne plus forte, et, avec cette dernière, on a eu encore des ruptures fréquentes, si bien que dans un certain endroit, au-dessus de Dresde, on peut voir un maillon réparé tous les 50 ou 60 mètres.

Avec le câble les ruptures sont rares. Entre Oberkassel et Bingen où le courant est très fort, on n'a pas eu de rupture dans la première année; dans la seconde il y en a eu 2, la troisième 7, la quatrième 15. En moyenne on a eu une rupture pour 91 trajets.

Mais les ruptures sont plus difficiles à réparer et produisent un renflement du câble, en outre celui-ci peut quelquefois se détériorer et même se couper contre des anfractuosités de roches. En résumé on peut faire supporter à un câble un effort de 1/2,4 de la résistance à la rupture, tandis qu'avec la chaîne on ne peut dépasser 1/3 à 1/3,5.

En service, les efforts de traction sont loin d'atteindre l'effort maximum indiqué dans le tableau. Ainsi, sur le Rhin, on a constaté des efforts de 5,528 et 5,677 kilogrammes, soit 35 à 45 pour 100 de l'effort maximum de la machine.

Sur le Rhin moyen, l'effort est un peu plus grand, il atteint 40 pour 100, ce qui correspond à 800 kilog. par centimètre carré de section du câble. Avec la chaîne l'effort ne dépasse guère 40 à 45 pour 100, ce qui correspond à 320 kilog. par centimètre carré, de sorte qu'on peut dire qu'en général le câble ne travaille qu'à 1/6 et la chaîne qu'à 1/7,5 de la résistance à la rupture.

Nous donnerons la suite de cet intéressant travail, lorsqu'il aura paru, mais nous pouvons ajouter, d'après le *Scientific American*, quelques renseignements sur les toueurs américains dont il a été question ci-dessus.

La Compagnie du touage de New-York exploite le touage sur le canal de l'Érié qui lui a été concédé pour 50 ans entre Buffalo et Albany; la ligne va actuellement de Buffalo à Lockport et sera prolongée prochainement jusqu'à Rochester.

Il y a deux câbles en fils d'acier de 25 millimètres de diamètre, pesant 2,5 kilog. le mètre courant. Les toueurs ont 24 mètres de longueur, 4,88 de largeur et 1m,52 de tirant d'eau en charge. Les poulies ont 1m,83 de diamètre et sont placées sur le côté.

Il doit y avoir, pour le service complet, 80 de ces toueurs, mais 10 seu-

lement fonctionnent actuellement; ils peuvent remorquer 4 ou 5 bateaux chargés, à la vitesse de 4,800 mètres à l'heure.

Le port de Ruhrort. — Le port de Ruhrort, situé sur la rive droite du Rhin entre la Ruhr et la ville de Ruhrort, occupe une surface de 165 hectares. La longueur réunie des bassins est de 7, 5 kilomètres dont 1, 7 pour le bassin Impérial en construction. Les magasins et entrepôts couvrent une surface de 720,000 mètres carrés. Voici la surface d'eau des différents bassins à la cote de 2m,50 de l'échelle de Ruhrort.

1	Bassin d'entrée	2,80 hectares
2	Vieux bassin	2,13 —
		6,77 —
3	Bassin de la digue	0,65 —
4	Bassin de l'écluse	4,30 —
5	Bassin du Nord	6,90 —
6	Bassin du Sud	7,20 —
7	Bassin Impérial (partie construite)	8,50 —
8	d° (partie en construction)	12,05 —
	Superficie totale	51,30

Un bateau du Rhin de dimension moyenne de 40 mètres de longueur et 5 de largeur, occupe 320 mètres carrés de surface, on peut donc mettre 1600 bateaux dans ces bassins. La longueur des voies ferrées du port est de 25 kilomètres.

L'exportation des trois dernières années donne les chiffres suivants :

	1877.	1878.	1879.
Charbon	1,390,000t	1,493,000	1,422,000
Rails et fers divers	116,000	114,000	86,500

Voici pour l'importation :

		1877.	1878.	1879.
Fer brut		94,450t	112,620	91,850
Minerai de fer		142,400	173,420	135,000
Grains		42,130	43,890	60,555
Charbons	par chemins de fer	135,000	148,926	147,270
	par la Ruhr	12,100	5,998	90

Les statistiques des dernières années montrent que le port de Ruhrort reçoit annuellement de 13,000 à 15,000 bateaux à charger ou à décharger et journellement 1,500 à 1,600 wagons. Les administrations des chemins de fer Bergisch-Märkisch et Cologne-Minden ont établi à proximité des stations qui sont en communication télégraphique avec les établissements du port.

(*Bulletin hebdomadaire de l'Association des Ingénieurs allemands*)

Résultats d'exploitation du chemin de fer du Rigi en 1880. — Nous extrayons les renseignements ci-dessous du rapport présenté à l'Assemblée générale des actionnaires du chemin de fer du Rigi pour l'exercice 1880.

Voici le nombre des trains et le parcours kilométrique pour 1879 et 1880.

	1880.	1879.
Trains de voyageurs.	2,240	2,192
— mixtes.	202	184
— marchandises	5	0
— travaux.	94	164
— total.	2,546	2,540
Parcours kilométrique.	17,187	17,095

Le printemps ayant été très doux, le premier train de l'année a pu atteindre le Kulm dès le 3 mai, ce qui ne s'était pas encore vu, et on a pu commencer le 1er juin le service régulier qui a été terminé le 14 octobre.

Les recettes ont été pour 1880 :

Voyageurs.	339,372f	soit	88,2 0/0
Bagages.	9,327		2,4
Marchandises	12,648		3,3
Recettes accessoires	23,664		6,1
Total.	385,011		100

Les recettes de 1879 avaient été de 351,206 francs dont 87 0/0 pour les voyageurs.

On a transporté en 1880, 78,452 voyageurs dont 34,241 où presque la moitié dans le mois d'août; en 1879 le nombre des voyageurs avait été de 71,139.

La proportion est la suivante:

Montée	38,739	voyageurs soit	49,8 0/0
Descente.	39,716	— —	50,2 0/0

Il y a donc sensiblement égalité tandis qu'en 1871, la première année d'exploitation, on avait eu 55,5 0/0 à la montée et 44,5 à la descente.

On a transporté en 1880 792 tonnes de marchandises, dont 382 d'articles d'alimentation, 235 de combustible, 76 de matériaux de construction, 22 d'objets en métal, 11 de verreries et poteries, 10 d'objets agricoles, 52 d'emballages et 4 d'objets non dénommés.

Les dépenses d'exploitation sont :

Administration	15,144f	soit	7.2
Service de la voie.	28,636		10.6
Exploitation.	26,396		13.4
Matériel et traction.	58,956		30
Divers.	75,739		38.8
Total.	196,871		100.0

Le chapitre dépenses diverses comprend principalement la somme de 67,359 francs formant le prélèvement de 75 pour 100 des recettes brutes de la partie Staffelhöhe-Kulm, attribué à la compagnie de Arth-Rigi.

Aux dépenses ci-dessus s'ajoutent 15,100 francs pour l'ameublement d'un hôtel et un payement d'annuité pour achat de terrain, le total des dépenses est donc de 211,975 francs.

On a donc :		
Recettes.		385,011 fr.
Dépenses.		211,975
Net.		173,036 fr.
Intérêt 5 pour 100 sur 1,000,000 francs, obligations.	50,000	112,500
Intérêt 5 pour 100 sur 1,250,000 francs, actions.	62,500	
		60,536 fr.
Dividende 3 pour 100 sur 1,250,000 francs, actions.	37,500	52,912
Attribution au Conseil.	5,412	
Fonds de renouvellement de la voie. . . .	10,000	
A reporter.		7,624 fr.

Le compte de construction qui était à la fin de l'exercice précédent de 2,114,797 francs s'est augmenté cette année de 181,000 francs pour constructions de bâtiments, buffets, achats de terrains, etc., formant un total de 2,295,797 francs.

A l'ouverture du chemin en 1871[1], les dépenses de construction ne s'élevaient qu'à 1,509,756 francs; mais la ligne n'allait pas jusqu'au Kulm, et on a, en outre, depuis, établi une double voie sur diverses portions et augmenté le matériel.

Nous croyons intéressant de donner le détail des dépenses de traction :

Traction proprement dite.		
Personnel pendant le service.	22,273f 60	41,404f »
Combustible.	14,551 51	
Graissage des machines et voitures. .	3,781 89	
Graissage de la crémaillère.	797 »	
Entretien du matériel.		
Personnel en hiver.	9,330f 55	17,552 89
Entretien des machines.	6,916 53	
Entretien des voitures.	257 90	
Divers.	1,047 91	
Total.		58,956f 89

1. *Mémoires et compte rendu des travaux de la Société des Ingénieurs civils* 1871, pages 320 et suivantes.

Les dépenses totales de traction se montent donc à 3 fr. 43 par kilomètre de train, dont 0 fr. 85 pour le combustible. Il ne faut pas oublier, en considérant ces dépenses, que la hauteur franchie étant entre le Kulm et Vitznau de 1750 — 439 = 1311 mètres; un chemin de fer ordinaire, avec rampe continue de 20 millièmes, devrait avoir un développement de 68,5 kilomètres, tandis que la longueur du chemin tel qu'il est construit n'est que de 7 kilomètres.

Un nouveau chemin de fer à crémaillère. — On a récemment inauguré un chemin de fer industriel établi, dans le voisinage d'Ems dans les provinces rhénanes, par la Société des Mines de plomb et d'argent de Friedrichssegen. Ce chemin est destiné au transport des minerais de plomb, d'argent, de zinc, de cuivre et de fer entre les puits situés sur la montagne, les ateliers divers établis à mi-côte et les magasins placés au bord de la Lahne; de plus, il sert à remonter les charbons de la rivière aux usines. On s'est proposé de suivre absolument le relief du terrain, et pour cela on a établi le chemin de fer tantôt à la manière ordinaire, tantôt avec crémaillère suivant le système Riggenbach.

Voici, du reste, le profil de cette petite ligne :

Bord de la Lahne, cote 72m,20, palier sur.	55m,	50
Crémaillère, rampe de 100 millimètres.	80	60
Passage au-dessus du chemin de fer de l'État, palier.	65	»
— — rampe de 0m,030. .	500	»
— — — 0m,035. .	500	»
— — palier.	32	50
Ateliers de préparation, rampe de 44 millimètres.	52	50
— palier.	34	50
— rampe de 49 millimètres.	510	40
Crémaillère, rampe de 100 millimètres.	350	»
Bocards, palier.	77	»
Crémaillère, rampe de 100 millimètres.	156	»
Puits, cote 190m,60, palier.	86	»
Longueur totale.	2500m,	»

Le chemin de fer est à la voie de 1 mètre; il a été établi par M. l'ingénieur Kuntze, et le matériel, machine et crémaillère, a été fourni par M. Riggenbach; ce matériel est du même modèle que celui du chemin de Wasseralfingen dans le Würtemberg. La machine pèse 10 tonnes, elle remonte un train de 10 tonnes et en descend un de 18. La dépense totale ne s'est élevée qu'à 75,000 francs par kilomètre, et sera amortie en dix ans par l'économie qu'on réalisera sur les anciens modes de transport. Cette première application va être suivie de plusieurs autres dans les régions minières des provinces rhénanes.

Résultats d'exploitation des chemins de fer prussiens en 1878. — Voici quelques chiffres relatifs aux résultats d'exploitation des chemins de fer prussiens en 1878.

La longueur totale exploitée est de 18,578 kilomètres, dont le coût moyen d'établissement est de 327,000 francs.

Il y a pour chaque kilomètre : 0,37 locomotive; 0,57 voiture à voyageurs; et 7,74 wagons à marchandises. Il a été transporté 113,800,000 voyageurs, dont 1,3 pour 100 de première classe, 13,6 de deuxième, 51,9 de troisième, et 33,2 de quatrième, et 96,800,000 tonnes de marchandises. La recette moyenne par voyageur et par kilomètre a été de 0 fr. 0419 et par tonne de marchandise et par kilomètre de 0 fr. 0563. Les recettes totales ont été de 687,500,000 francs et les dépenses de 387,500,000 francs, soit 56 pour 100; la différence représente un revenu moyen de 4,9 pour 100 au capital d'établissement.

Anciens chemins à rails pour le transport du charbon. — Il est fait mention de wagons pour le transport du charbon, dans la *Chorographia* de Grey imprimée en 1649, dans les termes suivants :

Il vient dans la rivière de Newcastle des centaines de navires pour charger du charbon. Des milliers de personnes sont employées à cette industrie; les unes travaillent dans les mines, d'autres traînent les wagons jusqu'à la rivière, d'autres mettent à bord le charbon. Beaucoup de gens se ruinent à faire ce commerce, on pourrait à peine en citer un qui y ait gagné de l'argent; mais on en connaît beaucoup qui y ont perdu tout ce qu'ils possédaient. Des gentlemen du sud ont été attirés dans ce pays par l'espoir de grands bénéfices et ont risqué leur argent. M. Beaumont, homme de beaucoup de talent et d'intelligence, a risqué 750,000 francs dans les affaires de charbon; il apportait, en outre, des appareils nouveaux de grande valeur : le moyen de faire des forages avec des tiges de fer, de s'assurer de l'épaisseur et de la profondeur des couches de houille, des appareils pour épuiser l'eau des mines, des wagons avec lesquels un seul cheval pouvait traîner des charges énormes des puits à la rivière; en quelques années il fut complètement ruiné (*and rode home upon his light horse*).

Le commerce du charbon a commencé il y a à peu près quatre-vingts ans; auparavant on ne s'en servait que chez les forgerons et pour les fours à chaux; mais à mesure que le bois est devenu plus rare dans le sud de l'Angleterre, et que les villes comme Londres et autres ont vu leur population s'accroître, le commerce du charbon a augmenté rapidement; on a construit beaucoup de grands navires à cet effet, et on peut dire qu'il se vend actuellement plus de charbon en une seule année qu'il ne s'en vendait en sept il y a quarante ans. Il en est résulté une grande prospérité pour le commerce de la ville de Newcastle.

Des wagons et des voies à wagons étaient en usage courant dans le nord de l'Angleterre en 1676. Lord Keeper Guilford, dans le récit d'un voyage

fait dans cette année, rapporte qu'on fait rouler les chariots depuis les houillères jusqu'à la rivière sur des pièces de bois bien droites et parallèles qui guident les roues; la traction est si facile qu'un seul cheval peut traîner 50 à 60 hectolitres, ce qui est un très grand avantage pour cette industrie.

Les premiers wagons ne se vidaient pas par le fond, il fallait employer des pelles comme pour les wagons à ballast. Le *London Magazine* donnait, en mars 1764, un dessin et une description d'un wagon à charbon.

La première chose à faire pour établir une route à wagons est de niveler le sol en enlevant les inégalités; il faut quelquefois faire des tranchées et des remblais. La route doit avoir à peu près $3^m,60$ de large et il ne doit pas y avoir d'inclinaison de plus de 1 à 10 à la descente et de plus de 1 à 30 à la montée. Quand la route est faite, on pose dans le sens transversal des pièces de bois de $1^m,80$ de longueur et $0^m,15$ de diamètre, qu'on appelle *traverses*, écartées de $0^m,45$ à $0^m,60$ les unes des autres. Sur ces traverses sont posées longitudinalement et écartées de $1^m,20$ les unes des autres, des pièces de bois appelées *rails* sur lesquelles roulent les roues des wagons. Les rails sont solidement chevillés aux traverses et l'intervalle est rempli de gravier.

Les wagons, qui ont la forme de trémies de moulin, ont quatre roues de bois dur ou de fonte; ils ont une trappe mobile au fond pour permettre de les vider sans difficulté. Ces wagons descendent seuls sans l'aide de chevaux, et pour modérer la vitesse on applique contre une des roues un levier de bois désigné sous le nom de gouvernail (*tiller*) sur l'extrémité duquel un ouvrier s'assied. Le frottement est assez énergique pour enflammer souvent le levier et quelquefois le wagon. Il est de tradition parmi la population des houillères que le premier wagon qui a servi au transport du charbon dans le voisinage de Newcastle fut doublé en étain et rempli de punch. On peut supposer que les ouvriers n'eurent pas de peine à débarrasser le wagon de ce chargement d'un nouveau genre.

De vieux ouvriers sont occupés à nettoyer les rainures des rails, d'autres à mettre des cendres dans les parties en pente pour rendre les rails moins glissants et empêcher les wagons de descendre trop vite.

(*Engineers Club of Philadelphia*).

COMPTES RENDUS

ANNALES DES MINES.

5me *livraison de* 1880.

Rapport présenté au nom de la Commission d'étude des moyens propres à **prévenir les explosions du grisou** par M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, ingénieur en chef des Mines.

Ce volumineux mémoire, qui ne contient pas moins de 220 pages, se divise en trois parties : 1° propriétés du grisou; 2° moyens de le prévenir; 3° moyens employés pour remédier aux accidents.

L'auteur termine son rapport en disant qu'on ne doit rien négliger lorsqu'il s'agit de combattre le grisou ; seulement qu'aucun esprit pratique ne doit attendre le succès, en pareille matière, de la découverte d'une panacée unique, mais bien de l'exacte observance d'un grand nombre de moyens de détails en même temps que de règles tout à fait essentielles. Il ajoute que, s'il ne donne pas de conclusions formelles, c'est pour ne pas faire double emploi avec la publication qui est l'œuvre directe de la commission elle-même, sous le titre de **Principes à consulter dans l'exploitation des mines à grisou** et qui paraîtra ultérieurement dans les *Annales des Mines*.

INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS

Séance du 9 *novembre* 1880.

Appareils mécaniques employés dans la fabrication de l'acier par les procédés Bessemer et Siemens, communication de M. Benjamin Walker.

On sait quel rôle jouent les appareils hydrauliques dans cette fabrication; l'usage de l'eau sous pression a pris un tel développement qu'il y a un intérêt sérieux à opérer la fourniture de cet agent dans des conditions économiques.

Pour y arriver, il faut des chaudières installées avec le plus grand soin et travaillant à des pressions de 5 à 6 kilogrammes. La pression la plus avantageuse pour l'eau est de 40 à 50 kilogrammes par centimètre carré ; les machines qui font agir les pompes doivent être du type Compound avec condenseur à surface ; elles doivent fonctionner à des vitesses de piston comprises contre $0^m,75$ et $0^m,90$ par seconde ; on doit employer des pistons plongeurs de préférence aux pistons à garniture, éviter autant que possible les cuirs et les garnitures peu accessibles et donner de forts diamètres aux soupapes et aux conduits, surtout pour l'arrivée de l'eau.

Il faut des accumulateurs de grande capacité et, si les distances sont considérables, mettre plusieurs accumulateurs.

Les machines motrices devant être économiques, robustes et sans organes délicats et compliqués, le type Compound sera préféré.

L'auteur décrit une paire de machines Compound développant 300 chevaux indiqués.

Le cylindre à haute pression a $0^m,765$ de diamètre et le cylindre à basse pression $1^m,275$, la course étant de $0^m,765$; chaque tige de piston commande une pompe à piston différentiel de $0^m,165$ et $0^m,230$ de diamètre. La machine est munie d'un condenseur à surface avec pompe à air, pompe de circulation et pompe alimentaire.

L'eau de circulation, après avoir passé dans les tubes du condenseur, est envoyée dans un réservoir supérieur qui sert à l'alimentation des pompes de compression. Les cylindres sont à enveloppes de vapeur et les pistons et tiroirs sont établis absolument comme dans les machines marines de la construction la plus soignée. Les machines peuvent être mises en marche dans toutes les positions, au moyen de l'introduction directe de vapeur à pression réduite au grand cylindre, introduction arrêtée automatiquement dès que les machines sont en route.

L'auteur a récemment fourni aux docks des Indes Orientales et Occidentales des appareils de ce genre développant 150 chevaux indiqués. Les chaudières du type Lancashire travaillent à 5 kilogrammes. Les cylindres à haute pression ont $0^m,523$ et les cylindres à basse pression $0^m,816$ de diamètre. La consommation est de 1 kilogramme environ par cheval et par heure. Avec la condensation par surface on ne dépense plus, comme eau, que la petite quantité qui correspond aux fuites.

Avec les nouvelles machines on a pu supprimer les deux tiers des chaudières qui alimentaient les anciennes machines et on économise les deux tiers du charbon. Ces machines dépensaient 15,85 kilogrammes de vapeur par cheval indiqué et par heure, tandis que les nouvelles n'exigent que $5^k,45$.

La dépense pour produire un mètre cube d'eau à 45 kilogrammes de pression par centimètre carré étant de 0 fr. 30 avec les machines ordinaires, on la réduit au-dessous de 0 fr. 20 avec les nouvelles machines.

L'auteur décrit un treuil hydraulique pour fortes charges qu'il emploie dans son usine à Leeds. Il y a trois pistons plongeurs, deux petits et un grand

dont la section est double de celle des autres ; ces derniers sont toujours en communication avec l'accumulateur, tandis que le grand est en communication, tantôt avec l'accumulateur, tantôt avec l'échappement, les manivelles sont à angle droit ; ce système a de réels avantages sur les machines à trois cylindres.

Pour des moteurs à deux efforts l'auteur emploie six pistons dont la totalité ou la moitié seulement peuvent être mis en action ; des moteurs de ce genre sont employés pour haler à terre les navires, dans les docks des Indes Orientales et Occidentales.

Le mémoire contient la description d'une grue à lingots de 8 tonnes employée dans les nouvelles aciéries de Bolckow et Vaughan à Eston, d'un four Siemens à acier avec ses grues hydrauliques de l'usine John Brown et C°, à Sheffield et aux forges et aciéries du West Cumberland à Workington, d'un convertisseur Bessemer de 10 tonnes et d'une paire de machines soufflantes Compound verticales pour Bessemer.

Séance du 11 Janvier 1881.

DISCOURS D'OUVERTURE DU PRÉSIDENT M. ABERNETHY

Le discours commence par rappeler les progrès accomplis dans ces dernières années dans la navigation à vapeur et les communications maritimes entre l'Angleterre et les autres pays. On peut citer parmi les causes qui ont produit cet immense développement l'introduction de l'hélice en 1836, la traversée de l'Atlantique opérée couramment par les navires à vapeur en 1838 et l'ouverture du canal de Suez en 1869. Ce dernier n'a pas déterminé l'accroissement de dimension des navires, puisque celles-ci sont limitées par la largeur et la profondeur d'eau du canal, mais il a amené un développement considérable du nombre des navires à vapeur par rapport à celui des navires à voiles, comme on peut le constater par les rapports du *Board of Trade* et selon toute probabilité la différence s'accroîtra encore davantage avec les perfectionnements des machines à vapeur et la réduction de la consommation de combustible.

En présence de l'augmentation du nombre et des dimensions des navires à vapeur, on a dû se préoccuper de l'amélioration des ports de mer. Si on compare la situation actuelle à celle de 1848-50, on constate qu'à cette époque la Clyde n'était navigable que pour des navires de $5^m,20$ de tirant d'eau, tandis qu'actuellement des navires calant $6^m,70$ peuvent quitter Glasgow trois heures avant la pleine mer et atteindre la mer en une seule marée.

Il est vrai que, depuis la première date, on a dragué 17 millions de mètres cubes dans la Clyde et que la régularisation et l'approfondissement du lit de cette rivière sont un des plus beaux exemples de travaux de ce

genre. Les quais de Glasgow ont eu leur longueur portée de 2600 mètres à 5000 et on a fait à Stobcross un bassin de marée de 13 hectares de surface à 6,10 au dessous des basses mers.

A Greenock, la surface des bassins à flot a été portée de 8 à 10 hectares.

A Barrow in Furness, on a construit des docks magnifiques de 50 hectares de surface d'eau avec une écluse d'entrée de 213m,50 de longueur et de 30m,50 de large, ayant sur le seuil une hauteur d'eau de 9m,60 en pleine mer de vive eau et 7m,30 en morte eau.

A Liverpool, la longueur des docks a été portée de 5 à 10 kilomètres et la surface d'eau de 53 à 110 hectares. La plus grande écluse a 152 mètres sur 30m.50 avec 9m,45 d'eau sur le seuil en vive eau et 7m,25 en morte eau. A Birkenhead, la surface d'eau des bassins a été portée de 4,5 à 65 hectares. Il y a une écluse de 122 mètres sur 26, avec les mêmes hauteurs d'eau qu'à Liverpool. Seulement l'embouchure de la Mersey n'a pas été améliorée dans la même proportion, la hauteur d'eau au-dessus de la barre n'étant encore que de 3 mètres environ aux basses mers de vive eau.

Si on passe aux ports du canal de Bristol, on constate que Swansea, qui n'était, en 1848, qu'un simple port de marée formé par le lit de la Tawe, a maintenant 13,5 hectares de bassins. Cardiff, en 1848, avait un bassin de 7,7 hectares. Il en a maintenant qui occupent 30 hectares avec écluses de 107 mètres sur 24m,50 et 10m,70 de hauteur d'eau en vive eau et 7m,50 en morte eau.

A Newport, des améliorations analogues ont été opérées. A Bristol, en 1848, il y avait 27,5 hectares de bassins avec une entrée de 61 mètres sur 19m,20; on avait adopté ces dimensions exceptionnelles pour l'époque à cause du *Great Western*. Aujourd'hui la surface des bassins est de 42 hectares et il y a deux écluses de 138m,50 sur 21m,40 et 135 mètres sur 20 mètres, avec 11m,90 de hauteur d'eau sur les seuils.

On a supprimé la navigation difficile de la rivière au moyen de passes profondes conduisant directement de la rade de King-Road aux docks d'Avonmouth et de Portishead.

Le port de Southampton, la grande station des paquebots, avait, en 1848, un port de marée de 5 hectares avec 5m,50 d'eau aux basses mers de vive eau; on a fait depuis un bassin de 4 hectares avec une écluse de 18m,30 de largeur, ayant 8m,50 d'eau sur le seuil en vive eau et 7m,50 en morte eau.

En 1848, le port de Londres avait 80 hectares de bassins, la plus grande écluse ayant 58 mètres sur 13m,75 et 7m,80 et 6,30 de hauteur d'eau. Aujourd'hui, les docks ont 200 hectares de surface d'eau et la plus grande entrée a 167m,75 sur 24m,50 avec 9m,15 et 7m,60 de hauteur d'eau. On a beaucoup amélioré la rivière, notamment par le dragage des hauts fonds, mais il est à remarquer qu'alors qu'on a approfondi des rivières bien moins importantes pour permettre le passage de grands navires à basse mer, il n'y a encore sur la Tamise que 4m,60 d'eau à cette période et, à une distance considé-

rable au-dessous de *London Bridge*, la hauteur d'eau est réduite forcément à 3m,70 à cause du tunnel sous la Tamise.

Le discours entre dans les mêmes détails relativement aux améliorations dont ont été l'objet les ports de la côte orientale, Hull, Hartlepool, Sunderland, la Tyne, dans le lit de laquelle on a dragué plus de 45 millions de mètres cubes, Leith, Aberdeen ainsi que les ports d'Irlande, Belfast, Dublin, etc.

On a beaucoup moins fait pour les ports qui servent aux communications avec le continent; ainsi à Douvres il n'y a encore qu'une seule jetée offrant un abri insuffisant dans les gros temps, l'entrée du port est mauvaise et ce qu'on a si bien appelé les *horreurs* de la traversée de la Manche n'a guère changé! Folkstone est toujours insuffisant comme grandeur et profondeur d'eau. L'entrée de Calais est, s'il est possible, pire qu'auparavant, et la question du port en eau profonde à Boulogne n'a pas encore reçu de solution. Sur la côte de Flandre, il y avait des raisons d'espérer que le gouvernement belge se préoccupait de suppléer à l'insuffisance d'Ostende par l'établissement d'un port de refuge accessible à toutes périodes de marée. Toutefois la communication avec le continent, notamment avec l'Allemagne, est assurée convenablement dès à présent par le port en eau profonde de Queenborough et par le port naturel de Flessingue, situation qui sera encore prochainement améliorée selon toute probabilité par l'établissement, d'une part d'un port sur la Medway en face de Sheerness, et de l'autre d'un nouveau port sur la côte belge.

Le nouveau canal maritime d'Amsterdam à la mer du Nord peut recevoir les plus grands navires à vapeur, et les travaux en exécution à Anvers dépassent les projets de Napoléon Ier. Il y a toutefois bien à faire encore entre Anvers et la mer pour que ce port puisse être complètement utilisable pour les grands navires; quant au Texel, il est exposé à être fermé par les glaces pendant l'hiver. A Rotterdam, on a construit sur la rive sud de la rivière des bassins pourvus de toutes les accommodations nécessaires et mis en communication par les voies ferrées des quais avec les grandes lignes de chemins de fer.

Les grands ports de commerce français ont été l'objet d'importantes améliorations. A Saint-Nazaire un bassin de 10 hectares a été construit avec une écluse de 25m,60 de largeur et de 7m,30 de hauteur d'eau sur le seuil; on achève un second bassin de 22 hectares en communication avec le premier par une écluse de 130 mètres sur 25 et de 7m,30 de hauteur d'eau.

A Marseille il n'y avait, en 1848, que le vieux port. Maintenant il y a, abrités par le grand môle, quatre bassins de 152 hectares de superficie totale, avec 7 kilomètres de quais et une profondeur d'eau de 7 à 10 mètres. Le port est, en outre, pourvu de formes sèches et de tous les moyens modernes de chargement et de déchargement ainsi que de voies ferrées en communication avec les chemins de fer; aussi Marseille peut-il être considéré comme un des ports les plus importants de l'Europe.

En 1847, il n'y avait au Havre que l'avant-port et quatre bassins à flot,

le tout de 4 hectares avec 2,800 mètres de quais; il y a aujourd'hui huit bassins de 8,5 hectares avec 9,000 mètres de quais et 7 à 8 mètres de profondeur d'eau.

Les ports de Barcelone, Trieste, Odessa et Saint-Pétersbourg ont été l'objet de travaux importants, et on ne saurait passer sous silence ceux qui ont été faits à l'embouchure du Danube et du Mississipi pour les débarrasser des barres qui les obstruaient. Le mémoire mentionne les jetées en exécution à Table-Bay et à Colombo, ainsi que les travaux des ports de Kurrachee, Bombay, Madras et Québec.

Quelque grands qu'aient été les résultats produits par l'ouverture du canal de Suez, ils seront probablement dépassés par ceux du canal maritime destiné à mettre en communication les océans Atlantique et Pacifique. Pendant longtemps on a, plus ou moins sérieusement, présenté un grand nombre de projets; à l'heure qu'il est il n'y en a plus que deux, le tracé par le Nicaragua et le tracé par Panama. Le premier de ces projets a été depuis longtemps soutenu par d'éminents ingénieurs des États-Unis; bien qu'il ne présente pas de difficultés extraordinaires, on peut lui opposer sa longueur de 190 kilomètres, le nombre d'écluses nécessaires et surtout les mauvaises conditions des ports de Greytown sur l'Atlantique et de Brito sur le Pacifique.

Le projet patronné par M. de Lesseps est le tracé par Panama près du chemin de fer actuel. On peut dire que l'expérience acquise au canal de Suez est de peu d'utilité pour le canal de Panama. Le premier était tracé dans un désert à peu près de niveau, dans un pays peu sujet aux pluies abondantes, et ne rencontrait pas de rivières sur sa route, de plus il aboutissait de part et d'autre à des mers sans marées sensibles. A Panama, il y a des pluies énormes dont le produit vient grossir le Chagres et ses affluents. Le canal à niveau étant considérablement au-dessous de la rivière, il a fallu se préoccuper de recevoir les eaux provenant d'une partie considérable du pays. Une autre difficulté est la différence des marées dont l'amplitude est de $0^m,20$ à $0^m,50$ sur l'Atlantique, tandis qu'elle atteint de $2^m,60$ à $6^m,50$ à Panama; cette différence, en l'absence d'écluses, donnerait lieu à un très fort courant dans le canal. Ces difficultés, quelque peu effrayantes, ont été examinées et on s'est proposé d'y obvier par la construction de réservoirs de capacité suffisante pour emmagasiner l'eau des plus grandes pluies, par des canaux latéraux de dérivation pour conduire les eaux à la mer et enfin par l'établissement à Panama d'une écluse avec trois sas indépendants.

Le discours se termine par quelques considérations relatives aux inondations survenues en Angleterre dans ces dernières années. Si on examine les débordements périodiques des rivières Ouse, Witham, Nene et Welland, on peut se rendre facilement compte de leurs causes. Les moyens d'y remédier sont l'amélioration des embouchures, l'élargissement et l'approfondissement des lits, et la construction de réservoirs pour emmagasiner les eaux qui pourraient être utilisées pour l'irrigation pendant les sécheresses.

AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS.

Séance du 25 mai 1880.

La pression du vent sur les ponts, communication de M. ASHBEL WELCH. — Le récent désastre du pont de la Tay donne une importance considérable à cette question. Jusqu'ici on a généralement admis que la pression du vent sur une surface plane est mesurée par une colonne d'air ayant pour base la surface et pour hauteur la hauteur de chute qui correspond à la vitesse du vent. Ce serait exact si les molécules d'air s'annihilaient dès qu'elles touchent la surface; mais il n'en est pas ainsi, et ces molécules s'écartant latéralement augmentent la surface de base. La pression éprouvée par la surface solide se compose donc non seulement de la réaction nécessaire pour arrêter le mouvement de l'air dans sa direction primitive, mais encore de celle qui donne à cet air les mouvements divergents. La pression réelle est donc plus grande que celle qu'on obtient par le calcul ordinaire.

C'est ce qu'on vérifie avec l'eau, notamment dans les expériences de Beaufoy en faisant mouvoir une planche contre l'eau.

La différence de pression du vent, agissant contre une surface continue ou contre les barres d'un treillis de pont de même hauteur et largeur, n'est pas représentée par les vides entre les barres, mais par la *veine contractée*, probablement plus petite pour l'air que pour l'eau.

On dit que la surface latérale d'une des grandes travées du pont de la Tay était de 75 mètres carrés en nombre rond. Tous les calculs dont l'auteur a eu connaissance étaient basés sur l'hypothèse mentionnée ci-dessus, hypothèse qui paraît avoir été admise sans discussion. Si la vitesse du vent était de 45 mètres par seconde (172 kilomètres à l'heure), la pression, calculée comme il a été dit, serait de 136 kilogrammes par mètre carré, soit 10,200 kilogrammes pour une travée. L'auteur croit que cette pression a dû se rapprocher de 22,500 kilogrammes.

Il y a là une question intéressante à élucider. Il serait facile de soumettre à la pression du vent un treillis en bois ou en métal, et d'apprécier d'après les effets subis la pression qu'il supporte. Il est possible que l'expérience ait été faite, mais l'auteur n'en a pas connaissance.

M. SHALER SMITH dit que la surface latérale exposée au vent des grandes travées du pont de la Tay n'est pas de 75 mètres carrés, mais bien de 250 mètres carrés, comme il est facile de le constater par l'examen des plans.

M. TH. COOPER rappelle combien est imparfait l'état actuel de nos con-

naissances au sujet de la pression du vent; on s'en rapporte toujours plus ou moins à la table des vitesses et pressions correspondantes donnée pour la première fois par Smeaton.

La plupart des expériences ont été faites au moyen de bras tournants terminés par des surfaces sur lesquelles le vent agissait, on mesurait les vitesses de rotation et on déduisait la pression élémentaire du travail effectué. Tout cela était bon pour servir au calcul des moulins à vent, mais fort peu pour apprécier l'effort du vent sur nos constructions modernes, surtout pour les vitesses considérables.

Les anémomètres en usage actuellement donnent bien les vitesses, mais est-on en droit d'en déduire les pressions par les anciennes règles établies pour des vitesses bien moindres. De plus, les stations météorologiques sont établies dans des endroits élevés et découverts, et les indications de leurs anémomètres peuvent ne donner que des renseignements très peu exacts sur les vitesses du vent dans des vallées ou endroits resserrés où sont quelquefois établis les ouvrages d'art; on peut dire encore qu'un vent soufflant par rafales doit exercer une pression supérieure à celle d'un courant continu et régulier, et si les périodes de variation de l'effort du vent viennent à coïncider avec les périodes d'oscillation de la construction, il se produira un effet d'accumulation. En outre, le vent ne souffle pas toujours horizontalement, et on comprend facilement qu'il peut exercer son effet de bas en haut par une composante d'une direction oblique.

Non seulement nous connaissons peu de choses sur les relations entre les vitesses et les pressions, mais nous ne savons rien quant à l'effet de la nature des surfaces exposées au vent. Il serait bien à désirer que la Société pût user de son influence pour obtenir du général Myer, chef du Signal-Service, si bien placé pour cela, d'entreprendre quelques expériences sur la question. Il serait bon de dresser préalablement un programme en étudiant la manière de faire ces expériences aux moindres frais possible.

M. James B. Eads pense qu'on a omis de mentionner un point très important. On admet généralement que la pression du vent dans nos contrées peut être évaluée de 150 à 250 kilogrammes par mètre carré; mais on ne s'occupe pas de la hauteur à laquelle sont les tabliers des ponts. Or, la vitesse du vent doit croître rapidement avec la distance du sol, et par conséquent une surface calculée pour résister à 250 kilogrammes par mètre carré, à 30 mètres au-dessus du sol, pourra ne plus résister à 60 mètres. Ce qui vient d'être dit concerne les ouragans; mais les cyclones agissent quelquefois avec une force énorme tout près du sol, seulement leur action est limitée à un très petit espace, et il n'y a pas lieu de s'en préoccuper pour les ponts. Un de ces cyclones a enlevé une locomotive des rails tout près de l'extrémité Est du pont de Saint-Louis.

M. Shaler Smith, à propos de ce qui vient d'être dit du champ d'action limité des cyclones, expose qu'il a suivi récemment la trace du cyclone de Marshfield; ce cyclone a rasé le sol pendant 75 kilomètres sur une largeur de plus de 500 mètres. On a pu constater qu'à un endroit la force de

soulèvement a atteint 300 kilogrammes par mètre carré; on n'a pas pu mesurer exactement la pression dans le sens horizontal. Il suffit de dire qu'un piano a été enlevé à 80 mètres de distance et reposé sur ses pieds sans dommage; tandis que de la maison où il se trouvait, maison bâtie avec des murs de 33 centimètres, il n'est pas resté une brique à 50 centimètres au-dessus du sol. C'est probablement le plus terrible cyclone dont il ait été question. Celui de Saint-Charles était peut-être plus fort, puisqu'il a donné un effort vertical de près de 500 kilogrammes par mètre carré; mais la colonne était beaucoup plus étroite, et c'est ce qui a sauvé le pont d'une destruction complète. On a pu constater que lorsqu'il passait sur une maison les murs tombaient en dehors, ce qui semblerait indiquer qu'il se produisait un vide et que l'expansion de l'air intérieur renversait les murs.

M. Robert Briggs donne d'intéressants détails sur le mécanisme de formation des cyclones. Les conditions nécessaires pour cette formation sont un temps absolument calme et très chaud sans nuages. Les rayons du soleil échauffent le sol qui transmet cette chaleur à la couche d'air en contact avec lui; cette couche se dilate et s'élève verticalement, peu à peu il se produit un courant d'air ascendant, ce courant d'air détermine l'appel des couches d'air voisines et la masse en mouvement prend la forme d'un demi-hyperboloïde de révolution dont la grande base est sur le sol. Si l'air arrivait de tous les côtés avec la même vitesse ou dans une direction aboutissant exactement à l'axe vertical de l'hyperboloïde, il ne se produirait pas d'autre mouvement que celui d'ascension; mais pour peu que, par suite d'une influence quelconque, la direction des courants vienne à dévier, la masse ascendante qui est en équilibre instable prendra un mouvement de rotation autour de son axe vertical, et la force centrifuge interviendra pour augmenter le vide à la partie centrale; le cyclone est dès lors formé. On peut vérifier le fait en observant le mouvement de l'eau sortant d'une cuvette qui se vide par le fond.

Il ne faut pas s'exagérer l'importance du vide qui se forme au centre d'un cyclone, on a parlé d'un effort vertical équivalent à 300 kilogrammes par mètre carré, c'est moins de 1/30 de la pression atmosphérique.

Le mouvement de déplacement du cyclone, qui peut s'expliquer par des considérations analogues, s'opère rarement en ligne droite, mais suivant des courbes d'assez grand rayon, à moins qu'il ne survienne des influences locales dues généralement à la présence d'obstacles.

Le cyclone le plus remarquable que M. Briggs ait eu l'occasion d'observer s'est produit, en 1850, à Medford près de Boston. Sa course totale a été de 20 kilomètres; son noyau de dévastation absolue n'avait que $5^m,50$ de diamètre. La ligne de déplacement très sinueuse se composait d'une série d'alignements droits de 3 ou 4 kilomètres. Tous les rochers, murs, arbres ou maisons rencontrés par le cyclone furent détruits ou déplacés. On peut donner des explications analogues pour la formation de la grêle, et il est à remarquer que, dans les chutes de grêle, il y a presque

toujours un mouvement ascendant de l'air qui réduit considérablement la vitesse énorme que les grêlons acquerraient si l'atmosphère était absolument calme.

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ET ARCHITECTES D'AUTRICHE.

Nos 10 et 11.

Dôme du Palais de Justice de Vienne, projeté et exécuté par M. A. von Wielemans, architecte.

Règles pour simplifier l'étude de la construction des chemins de fer d'intérêt local, par M. J. Porges. (*Suite.*)

Exécution par gradins et galeries de la tranchée n° 12 sur les chemins de fer de l'État en Istrie, par M. Martin Kovatsch, ingénieur.

Observations au sujet du mémoire intitulé : *Note sur le calcul des arcs élastiques reposant sur pivots,* par le professeur Brick.

Le Secrétaire-Rédacteur,

A. Mallet.

PARIS. — IMPRIMERIE E. CAPIOMONT ET V. RENAULT, RUE DES POITEVINS, 6.
Imprimeurs de la Société des ingénieurs civils.

MÉMOIRES

ET

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

FÉVRIER 1881

N° 2

Pendant le mois de février les questions suivantes ont été traitées :

1° *Flotte de la Compagnie générale transatlantique* (Communication de M. Jules Gaudry sur la nouvelle), séance du 4 février, page 228.

2° *Ports d'Anvers et de Toulon* (Communication de M. Hersent sur les travaux des), séances des 4 et 18 février, pages 235 et 239.

3° *Décès de MM. Cournerie et Menier*, séances des 4 et 18 février, pages 228 et 239.

4° *Exposition d'électricité* (Nominations de MM. J. Armengaud (Jeune), Bréguet (Antoine), Fontaine et Paul Lemonnier, membres de la commission technique de l'), séance du 18 février, page 239.

5° *Nombres harmoniques en mécanique* (Communication de M. Piarron de Mondesir, sur le rôle des), séance du 18 février, page 241.

Pendant le mois de février la Société a reçu :

De M. Calmels, membre de la Société, un exemplaire d'une note sur les *barrages réservoirs en Algérie*.

De Son Excellence le Ministre des Travaux publics de Belgique la série *des diagrammes* gravés par le maréographe d'Ostende pendant l'année 1879.

De M. Dufréné, membre de la Société, un exemplaire d'une Étude sur l'*Histoire, la Production et le Commerce de l'étain.*

De MM. Sautter et Lemonnier, membres de la Société, un exemplaire d'une *notice sur les phares, fanaux, bouées et signaux sonores.*

De M. de Comberousse, membre de la Société, deux exemplaires du numéro de la *Revue scientifique* dans lequel se trouve le discours qu'il a prononcé au Conservatoire des Arts et Métiers à l'occasion de l'inauguration de la statue de Denis Papin.

Le rapport annuel (1878) de *Smithsonian Institution.*

De la Société technique de l'Industrie du gaz en France le compte rendu du septième Congrès (1880).

De M. Baudry, sous-ingénieur de la marine, un exemplaire de deux mémoires ayant pour titres : *Étude sur la résistance des cordages en chanvre* et *Note sur diverses questions de corderie.*

De M. Bataille Straatman, membre de la Société, une brochure ayant pour titre : *Panama et Nicaragua devant le Congrès international d'études et tels qu'ils sont en réalité.*

De M. Vandenpeereboom, ingénieur des Mines de Belgique, trois brochures relatives aux *ventilateurs à force centrifuge.*

De M. Gaune, membre de la Société, le *Projet de cahier des charges pour la distribution des eaux dans la commune de Toulon.*

De M. Colladon, membre de la Société, une livraison de la *Revue de géographie* contenant un article, de M. de Fontpertuis, sur le *Percement du Simplon.*

Les Membres nouvellement admis sont :

MM. Adelsward (le baron G. d'), présenté par MM. Bocquin, Jordan et Love.
Albert (d'), présenté par MM. Elwell, Fichet et Muller.

Angle-Beaumanoir (de l'),	—	Barrault, Brüll et Peligot.
Anquelin,	—	Chiesa, Gobert et Max-Lyon.
Anthonay (d'),	—	Carimantrand, Mallet et Marché.

MM. Aubry, présenté par MM. Chabrier, Doumerc et Remaury.
Beckwith, — De Comberousse, Demimuid et Gottschalk.
Bourdiol, — Carimantrand, Mallet et Orsatti.
Boutmy, — Lecherf, Masure et Zimmer.
Burle, — Dornès, Jury, Max-Lyon.
Calmels, — Cassagnes, Guyenet et Liebaut.
Canovetti, — Chevalier, Rey et Vallot.
Cassal, — Delaporte, Lepany et Richou.
Cosnefroy, — Audenet, Cuchetet et Gaudry.
Delaperrière, — Delaporte, Lepany et Richou.
Deschiens, — Carimantrand, Delaporte et Marché.
Dorian, — Brustlein, Douau et Godefin.
Faucon, — Carimantrand, Mallet et Marché.
Grémillion, — Barrault, de Comberousse et Vergnol.
Guichard, — Chevalier, Rey et Vallot.
Hanarte, — Carimantrand, Franck et Marché.
Meyrueis, — Barrault, Debié et Poillon.
Miston, — Carimantrand, Mallet et Marché.
Montupet, — Delaporte, Douau et Lecocq.
Pommier, — Anceau, Delaporte et Lepany.
Pralon, — Delaporte, Girard et Lepany.
Pritzbuer (de), — Carimantrand, Mallet et Marché.
Prothais, — Armengaud jeune, Armengaud aîné et Delage.
Rabinel, — Charton, Deharme et Vergnol.
Roux, — Barba, Bouvard et Rubin.
Saglio, — Carimantrand, Mallet et Rubin.
Sans y Garia, — Llatas, Gonzalès et Fradera.
Sauvaget, — Morandiere (E.), Morandiere (J.) et Bonnet.
Vandenpeereboom, — Carimantrand, Mallet et Marché.

Comme membre associé :

M. Yochet (d'), présenté par MM. Carimantrand, Mallet et Nabielak.

MÉMOIRE

SUR LES

CHEMINS DE FER DU RIGHI

LA DÉVIATION DE LA VOIE A LA TÊTE (COTÉ MODANE)

DU SOUTERRAIN DU MONT CENIS

ET LE

CHEMIN DE FER DU SAINT-GOTHARD

PAR M. **DEHARME**,

Ingénieur du service central de la Compagnie des chemins de fer du Midi.

Plusieurs membres de la Réunion des chefs de service des chemins de fer français dont je fais partie ont accompli, du 17 au 27 juillet dernier, un voyage en Suisse et dans le nord de l'Italie. L'objectif principal de ce voyage était une visite aux chemins de fer du Righi et aux travaux du Saint-Gothard.

J'ai visité au retour les travaux qui s'exécutent à la tête française du souterrain du mont Cenis, pour la déviation de la voie ferrée.

Les notes qui suivent sont le relevé de mes notes de voyage. Elles ne constituent donc pas une étude complète, mais seulement un résumé rapide des faits les plus importants qui ont été signalés à notre attention.

Elles sont classées dans l'ordre suivant :

1° Chemins de fer du Righi ;

2° Déviation de la voie à la tête nord du souterrain du Mont-Cenis ;

3° Ligne du Saint-Gothard.

I

CHEMINS DE FER DU RIGHI.

Le Righi est un massif de calcaire et de molasse, dont la base a un développement de 57 kilomètres environ et dont le point le plus élevé, le Kulm, est situé à 1,800 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Placé à proximité des villes importantes de Lucerne et de Zurich, dominant les lacs des Quatre-Cantons, de Zūg, d'Œgeri et de Lowerz, couvert d'une végétation luxuriante, sillonné de ruisseaux et de torrents, animé par les nombreux troupeaux qui se répandent dans ses pâturages et sous ses bois, le Righi (quoiqu'en dise son étymologie : *mons rigidus*) est une des montagnes de la Suisse les plus aimées et les plus fréquentées des touristes.

L'importance des transports assurés et l'espoir de les voir s'accroître, ont conduit à étudier l'établissement d'un chemin de fer permettant de faire sans fatigue l'ascension de la montagne.

Les difficultés à surmonter pour l'établissement d'un chemin de fer n'étaient pas sans importance.

La base de la montagne est à la cote de 417 *mètres*, sur le *lac de Zug*, *à Arth*, et à la cote de 441 *mètres*, sur le *lac de Lucerne*, à *Vitznau*.

Le *Kulm* est à l'altitude de . . . . . 1,750 mètres (gare).
— — de . . . . . 1,800 mètres (sommet).

D'où une hauteur verticale à franchir de 1,333 mètres dans un cas, et de 1,309 mètres dans l'autre.

Quant au tracé à suivre, il était indiqué, au départ d'Arth, par le thalweg de l'Aa, thalweg dont l'origine est au Staffel, à peu de distance du Kulm.

Du côté de Vitznau, aucun cours d'eau n'indiquait le tracé à adopter. Il fallait se résoudre à s'appuyer aux flancs abrupts de la montagne, la pente s'abaissant, ou s'élevant, par rapport à une déclivité moyenne de $0^{m},20$ à $0^{m},25$ par mètre, modifiée en raison des obstacles rencontrés et de la position de certains points fixes à desservir.

Telle était la situation générale quant au terrain.

Il fallait tenir compte, en poursuivant la solution de ce difficile problème, de cette circonstance que le chemin du Righi était appelé à ne fonctionner que pendant une partie de l'année, du mois de juin au mois d'octobre, quatre à cinq mois au plus.

Il était donc nécessaire d'adopter un tracé aussi économique et aussi pittoresque que possible, et un mode de traction capable de se prêter aisément à une exploitation intermittente.

Des chemins ont été successivement établis dans chacune des directions qui viennent d'être indiquées ; le premier, partant d'Arth, s'offre aux voyageurs venant de Zurich, de Bâle et de la Suisse allemande ; le second, partant de Vitznau, est suivi par les touristes amenés de Lucerne à Vitznau par les bateaux du lac des Quatre-Cantons.

Les conditions principales d'établissement et d'exploitation de ces deux chemins sont indiquées ci-après :

A. — ARTH A RIGHI-KULM.

11 kilomètres 172 mètres.

Tracé. — Le tracé, parti des bords du lac de Zug, s'élève par une rampe de 0m,0236 jusqu'à Oberarth, première station, où se trouve le dépôt des machines. La longueur de cette section est de 1,395 mètres. La longueur restante est de 9,777 mètres.

Il passe sur les terrains éboulеux de Goldau et s'engage à droite dans la dépression au fond de laquelle l'Aa roule ses eaux.

Le maximum des déclivités est de	0m. 20 par mètre
La rampe moyenne est de	0.133. d°
Le minimum du rayon des courbes est de . .	180 mètres.

Les ouvrages principaux sont :

Trois tunnels :

Mühlefluh, longueur	39m, 00
Rothenfluh, longueur.	62m, 7
Pfedernwald, longueur	40m, 98
	142m, 68

Sept ponts en fer:

3 sur l'Aabach, de	12m,00	d'ouverture
1 sur la route de Schwyz, de	9m,05	d'ouverture
1 sur le Rothenfluhbach	de 30m,33 avec palée intermédiaire.	
1 sur le Dossenbach		
1 sur le Schiltbach		

Le chemin n'a qu'une voie.

Cependant à Frütli (1,153 mètres), à 733 mètres au-dessus du lac, se trouve une voie d'évitement.

Avant d'arriver au Staffel, les pentes s'adoucissent, le vallon s'épanouit et la ligne, à la cote de 1,605 mètres, arrive au sommet du versant ouest de la montagne. Là, se trouvaient autrefois les hôtels les plus élevés du Righi. Là, s'arrêta d'abord le chemin de fer, les touristes franchissant à pied la distance qui les séparait du Külm.

Le nombre des voyageurs augmentant, des hôtels considérables ont été élevés au Külm, où se trouve aujourd'hui la station terminus des deux lignes d'Arth et de Vitznau, prolongées à côté l'une de l'autre depuis le Staffel.

Voie. — La voie a la largeur normale de 1m,50. — Elle est formée de rails Vignole en fer, pesant 20 kilogrammes le mètre courant et posée sur des traverses.

Dans le milieu, se trouve fixée une crémaillère reliée à celles-ci.

La stabilité des traverses est obtenue au moyen de longrines latérales superposées, auxquelles elles sont assujetties par des encoches et des boulons. Des pieux et des grosses pierres, placés de distance en distance, assurent l'immutabilité de l'ensemble.

Les changements de voie par aiguilles sont remplacés par des chariots roulants.

Machines. — Les machines qui font le service sur la partie à faible pente entre Arth et Oberarth, sont des machines ordinaires.

Celles qui leur succèdent sur la crémaillère, construites à Aarau, sur les plans de MM. Riggenbach et Zschokke, sont des machines à quatre roues (distance des essieux : 3 mètres), dont la chaudière est

horizontale lorsque la machine se trouve sur une rampe de 0m,10. Un arbre placé entre les essieux porteurs d'avant et d'arrière reçoit le mouvement des pistons moteurs et le transmet par l'intermédiaire de pignons à l'arbre portant la roue dentée centrale qui agit sur la crémaillère. Cette roue, qui a 1m,055 de diamètre, est en acier fondu et porte 33 dents fraisées dans la masse.

Le poids de la machine en ordre de marche est de 17 tonnes.

Le poids brut qu'elle remorque, en service courant, est de 13 tonnes, à la vitesse de 8 kilomètres à l'heure.

Surface de chauffe de la chaudière	50m², 34
— de la grille	1m², 04
Pression	10 atm.

Les cylindres ont 0m, 30 de diam. et 0m, 50 de course.

Le fonctionnement de la machine exige :

Eau	1,700 litres dans la chaudière.
—	1,500 litres dans le réservoir.
Charbon . .	550 kilogrammes.

Les moyens d'arrêt sont les suivants :

1° — Le frein du mécanicien, agissant sur l'essieu qui porte les bielles ;

2° — Le frein du chauffeur, agissant sur l'essieu de devant.

3° — L'air comprimé, et au besoin, la contre-vapeur.

Voitures. — Les voitures sont d'une construction légère. Les parois latérales n'ont pour fermeture que des rideaux, de manière à permettre aux voyageurs de jouir de la vue du paysage ; les panneaux extrêmes seuls sont vitrés. Il n'y a pas de cloison divisant la caisse en compartiments. Les banquettes, de 6 places chacune, sont disposées transversalement et les voyageurs sont tous assis dans le sens de la marche du train ; l'inclinaison de ces banquettes rend insensible le passage d'une pente à une autre. Un compartiment spécial à l'arrière est réservé aux bagages. La voiture la plus ordinairement employée contient 72 places, de même classe.

Une roue dentée, semblable à celle de la machine et placée sur l'essieu d'avant, engrène avec la crémaillère et son mouvement, qui

est libre sous l'action de la machine, peut être paralysé par l'action du conducteur, de manière à la faire agir comme frein et comme moyen d'arrêt lorsqu'il est nécessaire.

Dépenses. — Le chemin d'Arth au Righi a coûté environ 580,000 fr. par kilomètre.

Exploitation. — Ainsi que nous l'avons indiqué précédemment, la première partie du chemin (longueur 1,395 mètres) est franchie au moyen d'une machine locomotive-tender de faible tonnage, analogue aux petites machines de gare.

Au pied de la rampe, où commence la crémaillère, la machine spéciale la remplace.

La distance totale à parcourir est de : 11^k, 172^m. La durée du parcours est de : $1^h\ 30^m$. La vitesse moyenne, arrêts compris, est de : 7^k,300.

La marche ne présente aucune particularité qui mérite d'être signalée. Il y a lieu de constater seulement que, malgré un feu vigoureusement poussé, la pression, très élevée au départ de chaque station (12 ou 14 atm.), tombe à 4 ou 5 à la station suivante. D'où il résulte que les arrêts sont presque une nécessité, non seulement pour renouveler la provision d'eau, mais encore pour permettre de relever la pression.

Malgré les circonstances exceptionnelles dans lesquelles s'effectue cette ascension, les conditions remplies sont telles qu'il ne peut se produire aucune appréhension dans l'esprit des voyageurs.

En 1877, le nombre de ceux-ci a été de 25,370.

Les recettes se sont élevées à	180,471 fr. 23
Les dépenses à	109,285 fr. 32

La recette nette représente seulement 1 fr. 09 p. 0/0 du capital de premier établissement.

B. — VITZNAU A RIGHI-KULM.

17 kilomètres.

Tracé. — Ainsi que nous l'avons dit, la ligne de Vitznau à Righi-Külm, qui date de 1871, est établie sur le versant oriental de la montagne que baigne le lac des Quatre-Cantons.

Le maximum des déclivités est de	0m, 25 par mètre.
Le minimum — est de	0m, 067 —
Le minimum du rayon des courbes est de .	180 mètres.

Le tracé n'offre d'ailleurs rien de spécial.

La circulation est beaucoup plus importante sur cette ligne que sur la précédente. Aussi, a-t-on été forcé d'établir sur une longueur de 2,100m, entre Freibergen et Kaltbad, une seconde voie permettant la circulation et le croisement des trains dans les deux directions.

Cinq stations sont réparties sur cette ligne :

Freibergen, Romiti, Kaltbad, Staffelhöhe, Staffel.

A Vitznau sont les remises pour les machines et les voitures, remises dont les voies d'accès rayonnent autour d'un pont tournant placé sur la voie principale et qui est comme le centre de tous les mouvements effectués dans la gare.

La plus importante des stations est celle de Kaltbad. C'est le point de départ d'une autre ligne exploitée par la même compagnie, celle de la Scheidegg. Cette ligne pourrait presque être appelée une *ligne de faite*, la hauteur de la plate-forme demeure comprise entre 1,438 mètres et 1,648 mètres (l'altitude du lac des Quatre-Cantons est : 436 mètres). Elle ne présente que de faibles déclivités et est exploitée au moyen de machines ordinaires. Sa longueur est de : 6k,750m.

La pente est, *au maximum*, de : 0m,05 et en moyenne de 0m,02 par mètre. Le rayon minimum des courbes est de 100 mètres.

Deux stations intermédiaires sont établies sur son parcours : Righi-First et Unterstetten. Près de cette dernière station, se trouve un pont métallique assez important.

Ce chemin a coûté 1,350,000 fr., soit environ 200,000 fr. par kilomètre.

Voie. — La voie sur le chemin de Vitznau à Righi-Külm est semblable à celle de la ligne d'Arth. Mais les rails ne pèsent que 16k,6 le mètre courant.

Celle du chemin de la Scheidegg est la voie Vignole ordinaire, sans crémaillère.

Machines. — Les machines, au nombre de dix, du chemin de Vitznau à Righi-Külm diffèrent complètement de celles du chemin d'Arth par le système de chaudière adopté. Tandis que, sur celui-ci, la chaudière est horizontale, sur le chemin de Vitznau, la chaudière est presque verticale. La verticalité complète n'existe que sur une pente de 0m,19. Le mécanisme est d'ailleurs le même.

Il résulte de cette disposition que le centre de gravité de la machine est très élevé et que la stabilité est beaucoup moindre que dans le premier cas. Une sorte de panier en fer à claire voie, disposé à l'arrière de la machine, sert à recevoir les bagages, que l'on abrite avec une simple bâche.

M. Riggenbach, Ingénieur du chemin et l'un des administrateurs de la Compagnie, paraît donner la préférence aux machines à chaudière horizontale du chemin d'Arth.

Nous ajouterons que les cylindres de cette machine ont 0m,27 de diam. et 0m,40 de course.

La surface de chauffe est de 58m2,38.

Celle de la grille est de 0m2,82.

La pression de la vapeur est de 10 atm.

Son poids est de 12 tonnes, avec son approvisionnement d'eau et de combustible.

Quant aux machines du chemin de la Scheidegg, elles pèsent 20 tonnes, sont à trois essieux accouplés et peuvent remorquer trois voitures de 55 places, représentant environ 24 tonnes.

Voitures. — Les voitures à voyageurs, sont semblables à celles de l'autre ligne.

Dépenses. — Le chemin de Vitznau au Righi a coûté 300,000 fr. environ (tout compris) par kilomètre de simple voie.

Exploitation. — Les dispositions adoptées sont les mêmes que celles du chemin d'Arth.

Le train se compose d'un ou de deux wagons au plus, et de la machine. Celle-ci se trouve placée à l'arrière à la montée, à l'avant à la descente.

Trois hommes sont chargés de la conduite du train : le mécanicien et le chauffeur sur la machine, un conducteur serre-frein sur la voiture.

La durée du parcours : 7 kilomètres, est de 1 h. 20.

La vitesse moyenne, arrêts compris, est de : 5^k, 200^m.

Le nombre des trains est de 7 à 8, au maximum, par jour, dans chaque sens.

Le prix des places est, pour la distance entière, de Vitznau à Righi-Külm, de 7 fr. 00 à la montée et de 3 fr. 50 à la descente, soit 1 franc par kilomètre dans le premier cas, et 0 fr. 50 dans le second.

La durée du trajet à la descente est la même qu'à la montée : 1 h. 20. La roue dentée de la machine engrène dans la crémaillère dans les deux cas, mais à la descente, son mouvement est réglé par l'échappement de l'air qui est comprimé dans les cylindres.

La roue dentée placée sous la voiture est elle-même bloquée, de manière à ne céder qu'à la traction de la machine.

Toutes ces dispositions sont d'une très grande simplicité, d'un fonctionnement sûr et présentent les plus complètes garanties.

En raison de la forme de la machine et de son apparente instabilité, nous avons tenu à observer l'amplitude des oscillations latérales qui pouvaient se produire et nous avons remarqué que les mouvements du pavillon de la cheminée, où elles devaient s'accuser de la manière la plus sensible, étaient très peu prononcés. D'après M. Riggenbach, on n'a pas eu depuis l'origine à enregistrer *un seul* accident. Et l'ouverture à l'exploitation remonte à neuf ans.

Le nombre des voyageurs transportés, soit à la montée, soit à la descente, a varié de 60,262 à 104,394 par an.

Les recettes et les dépenses ont varié de la manière suivante :

		TOTALES.	KILOMÈTRES.
RECETTES..	de.....	258.222f 00	51.644f 48
	à.....	585.363 00	83.623 35
DÉPENSES..	de.....	81.189 00	16.237 00
	à.....	237.971 00	33.995 00

Le rapport des dépenses aux recettes a varié de 23 à 49 pour 0/0.

Les actionnaires, après les mauvaises années de 1876 et de 1877, ont touché 9 et 8 pour 0/0 de dividende.

—L'exploitation du chemin de la Scheidegg est moins importante. Dans la période du 15 juillet au 15 août, qui est considérée comme la plus active, le nombre des trains quotidiens dans chaque sens est de 6, dont un facultatif.

La distance de Kaltbad à la Scheidegg est de : $6^k,750^m$.

La durée du parcours est de : 40 minutes.

La vitesse moyenne, arrêts compris, est de 10 kilomètres environ.

C. — CONCLUSIONS.

Tels qu'ils sont établis, les chemins du Righi nous paraissent répondre parfaitement au but en vue duquel ils ont été créés. Par leur situation, ils fournissent aux touristes le moyen de faire en toute sûreté et sans fatigue, un voyage des plus pittoresques. La ligne de Vitznau, à raison de son voisinage de Lucerne, a été plus particulièrement favorisée et chaque année voit s'accroître le nombre des voyageurs.

La saison terminée, les machines et les voitures sont remisées jusqu'à l'année suivante. A ce moment, la voie est visitée, les tassements produits par la fonte des neiges sont réparés et les véhicules de traction et de transport sont remis en service. Il est bien certain que l'entretien d'un câble métallique et de ses galets porteurs, après un arrêt de huit mois et un séjour prolongé sous la neige, aurait exigé des dépenses considérables. La crémaillère, telle qu'elle a été établie, ne demande qu'un entretien insignifiant. L'usure est presque inappréciable sur la ligne de Vitznau, après le passage de plus de 21,000 trains. De temps en temps, il faut remplacer les pignons moteurs de la machine ou de la voiture ; mais cette opération est facile et ne constitue pas une sujétion coûteuse.

L'usure moyenne des dents de la roue dentée est par kilomètre parcouru :

Sur le chemin d'Arth (roue de 33 dents) : $0^m,000312$.
Sur le chemin de Vitznau (roue de 20 dents) : $0^m,000444$.

Doit-on déduire de ces faits que l'emploi de la crémaillère peut être

appliqué avantageusement au passage des cols élevés par les lignes de grand trafic? Nous ne le pensons pas. Le rendement obtenu est trop faible pour qu'on puisse appliquer un tel système. Les machines du Righi ne remorquent en effet que les 2/3 environ de leur poids à une vitesse de 5 kilomètres à l'heure.

« Au Righi, on réussira sans doute, disait M. l'Inspecteur général Couche, et nous pouvons ajouter qu'on a réussi surtout du côté de Vitznau « à attirer une masse de touristes assez grande pour rendre « l'opération rémunératrice. Ce spécimen singulier est lui-même un « attrait de plus, surtout s'il y a quelque apparence de danger, sans la « réalité. Peut-être même qu'un peu de réalité ne gâterait rien, pourvu « que la dose ne fût pas trop forte, mais on ne voit guère à quelles « autres circonstances peut s'appliquer ce système. Les Righi sont « rares; et quant aux transports purement industriels qu'on pourrait « avoir à effectuer sur de telles rampes, un mode de traction aussi « coûteux ne saurait soutenir la comparaison avec la machine fixe à « câble. »

MODIFICATION

DU SOUTERRAIN DU MONT CENIS

AUX ABORDS DE LA TÊTE (COTÉ MODANE)

La portion du Souterrain du mont Cenis qui avoisine la tête nord est ouverte dans des terrains de nature ébouleuse ou d'une faible consistance. Aussi des mouvements se produisent-ils d'une manière lente et peu prononcée, mais sans discontinuité et avec un caractère de gravité, tel qu'ils ont fait naître des craintes sérieuses pour l'avenir dans l'esprit des Ingénieurs des Compagnies P.-L.-M. et de la Haute-Italie, chargés d'assurer la circulation sur cette importante ligne de raccordement entre les deux pays.

Dans l'impossibilité d'opposer aucun obstacle au mouvement d'entraînement qui se produit dans la masse, mouvement qui, à la longue, devait fatalement amener la destruction du souterrain, on a décidé de

dévier le tracé sur une certaine longueur, de manière à maintenir plus longtemps la ligne dans des terrains solides.

Cette déviation se détache de la ligne principale par une courbe de 350 mètres de rayon, suit un alignement, près de l'extrémité duquel se trouve la nouvelle tête, et enfin deux courbes en sens contraires de 300 mètres de rayon, séparées par un alignement de 75 mètres de longueur. On reconnaît, à cette seule description, qu'on a cherché, dans la nouvelle partie du souterrain, à rester le plus longtemps possible, aussi éloigné qu'il se pouvait du flanc de la montagne. Et, dès la tête nouvelle, on s'est raccordé dans l'espace le plus court avec la ligne existante. Pour cela, on n'a pas redouté d'interposer un alignement de 75 mètres seulement, entre deux courbes tracées avec des rayons de 300 mètres et sur une pente de 0m,025 parcourue par des trains de grande vitesse.

L'allongement du tunnel qui résultera de cette déviation sera de 1,000 mètres environ. Et la déclivité qui, sur le tracé actuel, est de 0m,025 par mètre, se trouvera portée à 0m,0269.

Travaux. — Quatre perforatrices du système Ferroux fonctionnent au front de taille de la galerie d'avancement. Cette galerie a une section de 3 mètres sur 2m,50 environ et l'avancement moyen obtenu est de 3 mètres par 24 heures.

Les terrains dans lesquels le souterrain est ouvert sont de trois natures : des *éboulis* près de la surface (terre, gravier, blocs et cailloux roulés) ;

des *roches fendillées* à la partie supérieure de la masse ;
des *roches compactes* vers la partie extrême.

Il est à remarquer cependant qu'après avoir rencontré ces divers terrains dans l'ordre que nous venons d'indiquer, on retrouve encore des roches fendillées à plus de 700 mètres de la tête, disposition fâcheuse, car elle n'indique pas cette homogénéité désirée que l'on aurait pu considérer comme une garantie de solidité à venir.

Quoi qu'il en soit, les travaux se poursuivent avec activité par la nouvelle tête et par une galerie transversale.

Les machines perforatrices employées ne travaillent guère qu'à deux atmosphères de pression, tandis que les machines hydromotrices qui actionnent les compresseurs fonctionnent sous une pression d'eau de

5 atmosphères. Ces appareils sont loin d'être aussi satisfaisants que ceux du Saint-Gothard. Leur rendement est faible et insuffisant. Aussi a-t-on jugé nécessaire d'accroître la puissance dont on disposait d'abord en installant de nouveaux compresseurs, actionnés par une turbine.

L'aérage des travaux est assuré non seulement par l'air détendu à sa sortie des perforatrices, mais encore par celui qui s'échappe dans les chantiers de battage au large de robinets spéciaux placés de distance en distance.

Les transports s'opèrent avec des chevaux.

Le souterrain doit être revêtu dans toute son étendue ; les dimensions adoptées pour les maçonneries sont les suivantes :

Dans les *éboulis*.	1m,00	*avec radier*
Dans les *roches fendillées*.	0, 70	*sans radier.*
Dans les *roches compactes*.	0, 60	

L'exécution de la chambre de raccordement du souterrain actuel et du souterrain nouveau est confiée aux soins de la Compagnie de la Haute-Italie qui exploite la ligne de jonction entre Modane et Bardonnèche. Ces travaux ne s'effectuent pas sans difficultés par suite d'un aérage insuffisant. D'ailleurs, cette situation n'est pas spéciale à cette portion du souterrain, elle est générale. Il existe bien un courant constant dirigé de la France vers l'Italie (la tête Bardonnèche est plus élevée que la tête Modane) ; mais le courant est faible et le piéton qui parcourt le souterrain est parfois forcé de se retirer dans la caponnière la plus voisine pour y aspirer l'air envoyé par les compresseurs placés du côté français.

Aux termes du marché intervenu, les travaux en cours doivent être terminés au mois de Septembre 1881.

CHEMIN DE FER DU SAINT-GOTHARD.

L'Italie septentrionale se trouve isolée des pays placés au nord et à l'ouest par la chaîne des Alpes, et notamment du côté de la France par le massif des Alpes Pennines, dont tous les cols présentent une altitude considérable.

Du côté de l'est, les intérêts importants qui sollicitaient l'Autriche sur les bords de l'Adriatique, ont amené la construction des deux premières lignes ferrées de grande communication du Brenner et du Semmering.

A l'ouest, la France et l'Italie ont établi de concert la ligne du mont Cenis, qu'alimentent non seulement les transports entre ces deux pays, mais encore le courant rapide et sans cesse croissant qui existe entre l'empire des Indes et l'Angleterre, entre les pays de l'Orient et ceux de l'Occident.

En résumé : deux passages à l'est, un seul à l'ouest.

La ligne du Gothard, placée au centre, était naturellement indiquée. Mais, indépendamment des difficultés que présentait le tracé dans les vallées d'accès, cette ligne comportait un souterrain, sans puits, de 14 kilom. 920, ayant par conséquent 2,686^{m},45 de plus de longueur que celui du col de Fréjus (12,233^{m},55), dont l'exécution a duré *treize ans et un mois*, et a coûté *plus de* 75 *millions*.

Malgré les appréhensions que devait causer la mise en train d'une telle entreprise, l'établissement en fut résolu : la concession date de 1869. En août 1872, la Compagnie a traité avec M. Favre de l'exécution du souterrain.

Depuis cette époque, des difficultés nombreuses ont assailli la Compagnie. L'avant-projet évaluait la dépense à 200 millions. On reconnut bientôt l'insuffisance de ce chiffre pour les travaux des lignes d'accès. Des études plus soignées, de nouvelles estimations durent être faites, et firent ressortir la nécessité d'une augmentation

de1 02 millions, pour l'obtention desquels il fallut réclamer le concours des trois puissances contractantes.

La certitude est maintenant acquise de voir l'exécution de la ligne entière bientôt conduite à bonne fin.

I

TRACÉ DE LA LIGNE PRINCIPALE DU SAINT-GOTHARD

Ensemble. — La ligne du Gothard peut être considérée comme ayant deux têtes, l'une à Zurich, et l'autre à Lucerne. D'où résultent deux branches qui, suivant les deux rives du lac de Zug, se dirigent vers un point commun situé à son extrémité, près de la petite ville d'Arth, au pied de la montagne de Goldau; c'est en ce point qu'a lieu la traversée du chemin qui monte au Righi. Contournant le lac de Lowerz, la ligne passe près de Schwyz et rejoint à Brunnen le lac des Quatre-Cantons. Elle côtoie la rive orientale, tantôt à ciel ouvert, fréquemment en souterrain, et arrive, à l'extrémité du lac, à Fluelen. A partir de cette ville, elle s'engage dans la vallée de la Reuss, et la remonte jusqu'à Gœschenen.

A Gœschenen, commence le grand souterrain, qui passe sous le col du Saint-Gothard et vient déboucher à Airolo, dans la vallée du Tessin.

Le tracé suit le cours de ce fleuve, tantôt sur la rive droite, tantôt sur la rive gauche, jusqu'au confluent du Brenno et du Tessin, à Biasca.

Cette station est l'origine d'un tronçon déjà exploité de la ligne principale. La longueur de ce tronçon est de 22^{k},300, il se termine à Giubiasco, à 3^{k},2 au delà de Bellinzona.

Un embranchement (17^{k},900) dirigé vers l'ouest, conduit à Locarno, à l'extrémité nord du lac Majeur.

A Giubiasco, les travaux de la ligne directe recommencent. Le tracé se dirige par le Monte-Cenere vers Lugano, ville à partir de laquelle un nouveau tronçon est en exploitation. La ligne côtoyant la rive occidentale du lac, puis le traversant, se continue vers le sud. Elle passe à l'ouest de Mendrisio et atteint Chiasso, frontière de la Suisse et de l'Italie.

Cette station est le terminus de la ligne principale du Gothard et l'une des extrémités du réseau de la Compagnie de la Haute-Italie, dont la voie fait suite au chemin de fer du Gothard, et qui, passant par Côme, se prolonge jusqu'à Milan.

Ainsi donc, la longueur déjà exploitée de cette ligne, dont la longueur est de 206ᵏ,300 (entre Immensee et Chiasso), est de 48ᵏ,000, savoir :

Biasca-Giubiasco.	22ᵏ,300
Lugano-Chiasso.	25ᵏ,700
Ensemble.	48ᵏ,000

Nous examinerons maintenant quelques parties intéressantes de son tracé.

Accès Nord. — Cette portion de la ligne principale se divise en deux sections bien distinctes : l'une comprise entre Lucerne, ou Immensee, et Fluelen; l'autre comprise entre cette dernière ville et Gœschenen.

La première n'est remarquable que par l'importance des travaux dont elle rend l'exécution nécessaire. Au début, le tracé passe des bords du lac de Zug sur la rive du lac de Lucerne, en tournant le Righi à sa base, entre Arth et Brunnen, puis il côtoie la rive toujours très inclinée, parfois escarpée ou à pic, du lac des Quatre-Cantons; souvent, la pente de la montagne ne permet pas, même à l'aide de murs de soutènement élevés, d'obtenir une largeur suffisante pour l'établissement des voies et impose la construction de nombreux souterrains.

D'un autre côté, le passage des cônes de déjection des torrents présente aussi d'importantes difficultés. Et, soit que le relief du sol y oblige, soit que la sécurité de l'exploitation le rende nécessaire, la longueur des passages en tunnel est considérable. Entre Brunnen et Fluelen, sur une longueur de 12 kilomètres, on compte 9 souterrains d'une longueur totale de 5,484 mètres. L'un d'eux a 1,933 mètres de longueur.

La seconde partie de la ligne d'accès nord est remarquable par les nœuds et les lacets imposés au tracé.

Mais quittons, pour quelques instants, la vallée de la Reuss, dans

laquelle nous allions entrer, et transportons-nous par la pensée dans la partie haute des vallées qui descendent des grandes chaînes de montagnes. Au point de vue topographique, ces vallées présentent certaines conditions générales qui méritent de fixer l'attention :

Dans le sens longitudinal, on remarque que les pentes de l'amont à l'aval vont sans cesse en diminuant. Très rapides à l'origine, alors que la vallée n'est encore qu'une gorge, elles diminuent progressivement, grâce aux apports successifs formés par les cours d'eau.

Dans le sens transversal, on remarque, vers les parties supérieures, des pentes qui se rapprochent de la verticale et à la base des pentes voisines de l'horizontale. La section affecte ainsi une forme parabolique irrégulière, dont la concavité est tournée vers le ciel et dont le sommet occupe le fond de la vallée. Par suite des déboisements, par l'action continue et destructive des agents atmosphériques, les sommets abandonnent les terres qui les recouvrent, ou bien ils se décomposent, et la vallée s'élève sur leurs débris.

C'est ainsi que le thalweg des vallées, dont la formation première a une origine géologique, subit lentement, mais constamment, des modifications hydrologiques, comme le lit du cours d'eau qui s'y déroule.

Il résulte de ces quelques remarques :

Que toute ligne de chemin de fer, à laquelle on voudrait faire suivre le fond d'une vallée, aurait des déclivités croissantes de l'aval à l'amont;

Que l'adoption d'une pente égale à la pente moyenne de la vallée nécessiterait un relèvement considérable dans la partie médiane, relèvement qu'on ne pourrait obtenir qu'au moyen de remblais très importants, ou en plaçant la ligne dans ces parties escarpées qui exigent, faute d'une base suffisante, le percement de nombreux souterrains et des dépenses excessives.

Dans certains cas, l'existence des vallées latérales aboutissantes permet de donner au tracé à établir un développement supplémentaire et de réduire la pente sans augmenter l'importance des terrassements.

D'autres fois, le tracé peut décrire sur un terrain favorable, des lacets terminés par des voies de rebroussement. C'est là un cas qui s'est présenté rarement et qui constitue pour l'exploitation une sujétion grave.

L'adoption d'un tracé hélicoïdal souterrain sur plusieurs points des lignes d'accès du Saint-Gothard est une solution nouvelle et pleine d'intérêt du problème qui nous occupe.

« Le premier tracé, étudié par M. Gerwig sur des coupes et plans relevés à l'échelle de 1/10.000e, abandonnait le plus souvent le sol des vallées et suspendait la ligne contre les flancs élevés des parois presque à pic qui les dominent, système excessivement coûteux et peu rationnel, disait M. Colladon. — M. Helwag, successeur de M. Gerwig, dut faire suspendre les travaux sur toutes les lignes d'accès, reprendre les études des parties difficiles à l'échelle de 1/1000e et modifier dans leurs bases les projets de son prédécesseur. Au lieu de suspendre la voie ferrée à de grandes hauteurs, il la maintint autant que possible dans le fond de la vallée, et franchit ensuite les ressauts au moyen de tunnels en hélice. C'est ce dernier projet qui est aujourd'hui en pleine exécution depuis la reconstitution de la Compagnie. »

De Fluelen à Erstfeld, la vallée de la Reuss est peu inclinée, les pentes ne dépassent pas 0m,0041, le chemin de fer reste dans le fond du thalweg, au-dessus du niveau des plus hautes eaux. Bientôt, il s'élève sur la rive droite du torrent, en rampe variable de 0m,025 à 0m,026 par mètre, bien que la pente de la vallée jusqu'à Gurtnellen ne dépasse pas 0m,018 par mètre et se présente dans des conditions favorables pour l'établissement du chemin de fer. Grâce à des travaux considérables, on s'élève ainsi rapidement et l'on franchit la partie très déclive en pente de 0m,0775, 0m039, etc., comprise entre les 18e et 23e kilomètres.

La pente maximum admise est de 0m,026 par mètre : cette déclivité étant inférieure à celle de la vallée, le fond de celle-ci serait bientôt atteint, et l'entrée en souterrain deviendrait nécessaire si le niveau de la plate-forme n'était relevé. C'est en faisant décrire au tracé, chaque fois que cela devient nécessaire, une hélice, en rampe de 0m,023 à 0m,026 par mètre et en courbe de 400 mètres de rayon, qu'il s'élève de 50 mètres environ de hauteur. Aucune vallée aboutissante ne permettant le tracé à ciel ouvert de cette hélice, c'est dans le massif même de la montagne qu'elle est creusée. Tel est le mode employé pour remonter le thalweg de la Reuss, avec une déclivité moindre que la pente moyenne de celle-ci. Une première boucle existe en regard du Pfaffensprung.

Un peu plus loin, en face de Wasen, les hélices sont superposées et

raccordées par des portions de droites et de courbes, l'ensemble formant deux lacets.

La hauteur ainsi rachetée est de 136 mètres environ.

C'est grâce à ces dispositions, coûteuses à la vérité, mais qui ont sur un tracé en zigzag l'avantage d'éviter les rebroussements et de permettre la continuité de la circulation, qu'on est arrivé à franchir les 670m,20 qui séparent verticalement Fluelen de Gœschenen, dans des conditions beaucoup plus favorables que celles qui avaient été tout d'abord proposées par M. Gerwig.

Voici quelques indications sur l'importance des travaux en cours.

Bien que le rayon des courbes ait été abaissé à 280 mètres sur certains points, le cube total des déblais s'élève, pour les 38k,256 compris entre Fluelen et Gœschenen, à 1.305.000m³

soit, par mètre courant, à. 34m³

(Il ne faut pas oublier que les travaux ne sont exécutés que pour une voie).

Les murs de soutènement doivent nécessiter un cube de maçonnerie de. 41.400m³

Les ponts et ponceaux de. 38.470m³

La longueur totale des tunnels est de 7.249m

soit 1/5 de la longueur de la ligne.

Le profil en long (pl. 17) indique les ouvrages les plus importants de cette section.

Souterrain du Saint-Gothard. — Le tracé, franchissant la Reuss, s'engage en souterrain sur la rive droite du torrent.

Ainsi qu'on le sait, le souterrain, percé sous le Castelhorn (altitude : 2,977 mètres), a une longueur de 14,920 mètres en ligne droite, plus 145 mètres de raccordement en courbe du côté d'Airolo.

La pente du côté nord (Gœschenen) a été fixée à 0m,00582 par mètre.

La pente du côté sud (Airolo) est de 0m,002 par mètre en moyenne.

Au milieu du souterrain, à peu près, se trouve ménagée une pente de 0m,0005 sur 2,560 mètres.

L'altitude de l'entrée, à Gœschenen, est. . . . 1.109 mètres.

Celle de la sortie à Airolo, est . . . . . 1.145 —

L'ensemble des travaux de la ligne est exécuté pour une seule voie. Le grand souterrain seul est établi pour deux voies.

Accès Sud. — La ligne débouche dans la vallée du Tessin et côtoie ce fleuve, tantôt sur la rive droite, tantôt sur la rive gauche. La distance d'Airolo à Biasca est de 45^{k},600.

La pente moyenne de ce cours d'eau est variable. Au départ d'Airolo et sur 5 kilomètres environ, elle est de. . . . . 0^{m},021

Sur les 12 kilomètres suivants, elle s'abaisse à. . 0^{m},010

Au treizième kilomètre, à Dazio, se trouvent de véritables chutes.

En regard de Faïdo, la pente est de . . . . . 0^{m},024

Au 20^{e} kilomètre, elle est de . . . . . 0^{m},016

Entre Lavorgo et Giornico, elle atteint. . . . . 0^{m},024 et 0^{m},028

Enfin, vis-à-vis de cette dernière localité, la pente s'abaisse successivement à 0^{m},014, à 0^{m},02, puis à 0^{m},052.

Tel est ce qu'on pourrait appeler le régime de la vallée.

M. Gerwig s'était imposé pour l'établissement du chemin de fer une pente moyenne continue.

Le projet (pl. 18) figure en pointillé ce tracé et les nombreux souterrains qu'il comportait.

Ces dispositions, qui auraient conduit à des dépenses excessives, ont dû être abandonnées, et le système suivant, beaucoup plus pratique, a été employé.

La ligne a été maintenue dans le fond de la vallée, à une hauteur convenable au-dessus des hautes eaux du fleuve, le chiffre des déclivités adoptées pour la voie de fer étant à peu près celui des déclivités présentées par la ligne d'eau, partout où celles-ci étaient faibles.

Sur deux points : entre Dazio et Faïdo, puis entre Lavorgo et Giornico, où se trouvent, si je peux m'exprimer ainsi, les rapides, le chemin de fer a été engagé dans la montagne et la ligne s'est élevée en suivant une hélice. Chacun des quatre souterrains a 1,500 mètres environ de longueur.

La longueur de la partie en pente est de.	42^{k},946 mètres.
Celle des stations est de.	3^{k},324 —
Longueur totale de la section. . . .	46^{k},270 mètres.
La différence de niveau rachetée est de	848 mètres.
Et la pente moyenne de	0^{m},0198
Au lieu de.	0^{m},025

Près de Giornico, où la pente de la vallée est de $0^m,028$, la pente du chemin de fer est de $0^m,027$; sur les autres points, elle atteint $0^m,026$, sauf dans les souterrains, où elle est limitée à $0^m,023$. Ceux-ci sont établis en courbe de 300 mètres de rayon au minimum.

En dehors des souterrains, le rayon des courbes a été abaissé à 280 mètres.

Les terrassements sont importants; les déblais s'effectuent dans la terre végétale, dans des terrains d'alluvion et dans le rocher. A l'origine, il existe notamment entre le tunnel de Stalvedro et le pont de Sordo une tranchée de 2,240 mètres de longueur, cubant 215,000 mètres cubes.

Les ponts et ponceaux sont au nombre de trois cents environ. Les plus importants sont les six ouvrages d'ouverture variable sur lesquels la ligne franchit le Tessin.

Indépendamment de ces ouvrages, la ligne d'accès dans la vallée sud a nécessité de nombreuses déviations ou rectifications du Tessin et des cours d'eau aboutissant; des murs de soutènement, des perrés et autres travaux de défense considérables.

Le développement total des souterrains, dans cette section, est de $8^k,024$; ce qui correspond au sixième de sa longueur.

Au delà de Bellinzona, le tracé se poursuit vers Lugano; mais sans présenter un intérêt équivalent à celui qu'offraient les deux lignes d'accès au grand souterrain de faîte. Cette ligne nécessite cependant encore l'exécution d'un ouvrage très important : un souterrain de 1,675 mètres de longueur, sans puits intermédiaire, pour la traversée du Monte-Cenere.

Comparaison des conditions d'établissement de quelques lignes de montagne remarquables. — Il nous a paru intéressant de rapprocher les conditions principales d'établissement des lignes de montagne les plus remarquables. Le tableau ci-après comprend les trois passages des Alpes en exploitation : par le mont Cenis, le Semmering et le Brenner; celui du Saint-Gothard, en construction, et celui du Simplon en projet, la traversée des Apennins de Vergato à Pistoïa et la ligne d'Oravicza à Steierdorf (chemins de fer autrichiens).

DÉSIGNATION.	MONT CENIS.	SEMMERING.	BRENNER.	ST.-GOTHARD.	SIMPLON.	VERGATO à PISTOIA.	ORAVICZA à STEIERDORF.
Longueur de la traversée du faîte et des lignes d'accès.....	73k.900	33.000	87.500	90.200	40.000	40.000	17.000
Longueur du souterrain du faîte...	12k.220	1.008	»	14.920	18.507	2.725	656.41
Altitude maxima.....	1295m.65	883.00	1366.70	1154.69	729.00	»	»
Sommet de la calotte.....	2949m.46	1020.00	»	2977.00	2020.00	807.25	»
Déclivité maxima.....	0m.030	0.025	0.025	0.026	0.0237	0.025	0.020
Rayon minimum des courbes.....	345m.00	190.00	285.00	280.00	»	300.00	114.70

Il résulte de ce tableau que :

1° La ligne qui atteint l'altitude la plus élevée est celle du Brenner;

2° Celle qui est établie dans les conditions les plus difficiles :

Au point de vue des déclivités, est celle du mont Cenis; celle du Saint-Gothard vient en seconde ligne;

Au point de vue du rayon des courbes, est celle du Banat (Oravicza à Steierdorf);

Au double point de vue des déclivités et du rayon des courbes, est encore celle du Banat; le Semmering occupe le second rang;

3° Toutes, sans aucune exception, présentent un parcours continu sans rebroussement; la pente moyenne du chemin de fer étant d'autant plus faible par rapport à celle de la vallée que les versants de celle-ci et des vallées aboutissantes permettent un plus long développement;

4° Rarement des lacets dans la vallée principale comme celui de Modane, ou des boucles dans les vallées latérales, comme celles que présente le tracé du Brenner, ont pu être adoptés;

5° Le système des rebroussements n'a existé qu'à l'état de projet dans la première étude du Simplon. Il n'a d'ailleurs été que rarement employé. Nous n'en connaissons pas d'autres applications en Europe que celle qui a été faite sur le chemin de la Chaux de Fond à Neufchâtel. Toutefois, on en trouve de nombreuses sur le chemin de Baltimore à l'Ohio (traversée des Alleghanys), sur lequel il existe huit rebroussements et au Grand-Péninsulaire-Indien, à la traversée du Thûl-Ghaut;

6° Le système des hélices souterraines adopté pour le tracé des lignes d'accès du Saint-Gothard présente cet avantage qu'il permet d'assurer la complète continuité du transport. S'il est coûteux par lui-même sur les points où il est appliqué, il permet du moins d'abaisser les prix d'établissement des parties voisines qui ne sont plus assujetties à suivre la pente moyenne de la vallée, calculée sur ses points extrêmes; mais seulement celles qui résultent du relief successif du terrain et de la hauteur des eaux. Il réalise donc des avantages marqués.

Il reste à savoir de quelle manière se fera l'échappement de la fumée des machines dans ces longs souterrains, et si l'exploitation ne rencontrera aucune autre difficulté imprévue. C'est ce que l'avenir nous apprendra.

II

TRAVAUX DE LA LIGNE PRINCIPALE DU SAINT-GOTHARD.

Les travaux de la ligne du Saint-Gothard s'exécutent sous la direction de M. Bridel, ingénieur en chef, qui, depuis 1879, a succédé à M. Helwag.

Accès Nord. — Les travaux de la ligne d'accès nord, de Fluelen à Gœschenen, ont été confiés à un syndicat d'entrepreneurs[1], à la tête duquel se trouvent :

Pour la partie technique : M. Moser, ancien ingénieur en chef du Nord-Est suisse;

Pour la partie administrative et financière : M. Guyer, ancien commissaire général du gouvernement fédéral à l'Exposition universelle de 1878, etc.

Nous croyons devoir appeler d'une manière particulière l'attention sur cette association d'hommes spéciaux qui ont mis en commun leur intelligence, leurs moyens d'action et leurs capitaux pour l'exécution de travaux importants. Il y a dans une organisation de ce genre les éléments les plus sérieux de succès. M. E. Level a insisté, dans un travail récent, sur les avantages importants que présentent aujourd'hui, pour l'exécution des grands travaux publics, les sociétés de construction. Le syndicat dont nous venons de parler est une des formes de ces associations. Elle est, à notre avis, la meilleure quand elle est dirigée par des hommes de la valeur de ceux que nous venons de nommer. Il suffit d'avoir parcouru les chantiers de la vallée de la Reuss pour être convaincu de la puissance de son action.

Il n'y a pas lieu de s'arrêter à la description des terrassements et des ouvrages d'art. Ceux-ci ne sont remarquables que par la proportion de granit considérable employée à leur construction.

1. Ce syndicat se compose d'un certain nombre d'entrepreneurs, qui ont mis en commun leur matériel, dont la valeur a été préalablement fixée, à dire d'experts, et qui a été réparti entre les divers lots, d'après les besoins. Un prix de location est payé par celui qui en fait usage et qui doit le restituer, en fin d'exécution, dans son état primitif, ou en tenant compte de la dépréciation qu'il aura subie.

Le granit est travaillé avec une telle facilité dans le pays qu'on arrive à en faire des potelets de clôtures spéciales[1], des échalas pour supporter les treilles et des poteaux télégraphiques[2].

Souterrains. — L'exécution des souterrains absorbe particulièrement les soins des entrepreneurs. Au 30 septembre dernier, la galerie de direction était percée complètement dans trente-quatre tunnels sur quarante-neuf.

Tous ceux de la section Immensee-Fluelen étaient percés. Ceux de la section Fluelen-Gœschenen étaient très avancés.

D'Airolo à Biasca, huit tunnels étaient percés sur treize.

Entre Giubiasco et Lugano, il n'y en avait qu'un sur six.

La moyenne de l'avancement était, à cette époque, de 82 pour 100.

Le 15 décembre 1880, le premier des sept tunnels hélicoïdaux, celui de Leggistein (1,095 mètres) a été percé. Il est en courbe de 300 mètres et en pente de $0^m,023$ par mètre. On a constaté dans cette opération les écarts suivants :

En direction.	$0^m,028$
En hauteur.	$0^m,019$
En longueur.	$0^m,050$

Perforation mécanique. — Perforatrice Brandt. — Parmi les procédés de perforation mécanique employés, il en est qui offrent un grand intérêt. Il y a lieu de signaler, entre autres, la machine Brandt[3].

La pression hydraulique nécessaire pour le fonctionnement des machines perforatrices « système Brandt » à foret rotatif, est obtenue au moyen d'un couple de *pompes à haute pression*, à pistons différentiels et actionnées par une turbine, d'un *accumulateur* et d'une *soupape-régulateur* destinés à régulariser la pression et à éviter les chocs, soit dans les appareils eux-mêmes, soit dans la conduite posée à l'intérieur du souterrain.

1. Sur diverses lignes du réseau de la Haute-Italie, les potelets, placés tous les mètres cinquante environ, pour porter les panneaux des clôtures spéciales dans les gares, sont en granit.

2. La route qui suit la rive ouest du lac Majeur, est bordée d'une ligne télégraphique, dont les poteaux en granit ont 5 mètres environ de hauteur et 0,25/0,20 de section.

3. La machine Brandt est construite par MM. Sulzer, frères, à Winterthur (Suisse).

Les machines travaillent sous une pression de 80 à 100 atmosphères.

La *conduite* destinée à transmettre la pression aux machines en fonction dans le tunnel est composée de tuyaux de fer forgé de $0^m,038$ de diamètre, réunis par des manchons à vis et rendus étanches au moyen d'anneaux de cuivre contre lesquels ils sont pressés à chacune de leurs extrémités (voir fig. pl. 19). Une pièce spéciale fixée au bout de la conduite sert à distribuer la pression dans les différents appareils servant à la perforation.

a. — Description de la perforatrice et de ses accessoires.

Perforatrice proprement dite. — Le corps de la machine perforatrice comprend une culasse *g*, sur laquelle est fixé le cylindre d'avancement *o* qui, au moyen du piston plongeur *i*, presse fortement, en le faisant pénétrer dans la roche, le foret d'acier *m*, adapté à la tige *q*, dans le prolongement de l'axe du piston-plongeur. La pression exercée sur le foret va de 10,000 à 12,000 kilogrammes.

La culasse elle-même est reliée par un joint articulé à la pièce *f*, formant talon et brides d'assemblage et qui vient se fixer sur la colonne de support *n*.

Sur la culasse sont boulonnés deux petits moteurs hydrauliques *d* et *e*, de très petites dimensions et d'une force de treize à quatorze chevaux. Ces moteurs agissant au moyen des manivelles *d'* et *e'* sur un arbre commun portant une vis sans fin *h'*, qui engrène avec une roue dentée *h*, tournant autour du cylindre d'avancement *o*. Cette roue fait corps avec un second cylindre *p* qui entraîne, au moyen de la glissière *k*, le piston-plongeur et avec lui la tige du foret et le foret lui-même dans le mouvement de rotation engendré par les deux moteurs hydrauliques par l'intermédiaire de la vis sans fin *h'* et de la roue *h*. Le foret fait ainsi de sept à dix tours par minute.

La machine perforatrice ainsi combinée résout le problème de l'emploi facile et sûr de forces très considérables dans un espace restreint, sans nuire en rien à la solidité de la machine.

La tige du foret et le foret lui-même sont en acier et de section annulaire. Le diamètre de la tige est d'environ $0^m,064$, comme celui de la chambre du foret, tandis que sa couronne fait saillie de 3 milli-

mètres et que son diamètre est ainsi de 0m,070. La tige se fractionne en pièces d'une longueur donnée ou formant multiples de cette longueur. Ces pièces s'assemblent au moyen d'un filetage à pas rapide. La couronne du foret a la forme d'une scie et présente quatre dents bien trempées. Les forets usés et émoussés sont aiguisés de nouveau.

Quant à la manœuvre de la machine, elle se fait par l'intermédiaire de la chambre de soupape *b*, garnie d'une soupape d'arrêt pour les hydromoteurs et d'un robinet à deux voies pour l'avance et le recul du piston-plongeur *i*. Ce mouvement d'avance ou de recul, qui est transmis directement au foret *m*, est produit à volonté par un simple mouvement de rotation imprimé au robinet, qui permet également de régler dans les proportions voulues la pression exercée sur le foret. Du reste, aussitôt le robinet mis au point, la marche du foret, c'est-à-dire la pression qu'il subit et sa pénétration dans la roche, deviennent absolument automatiques. Comme le réglage des robinets n'est que périodiquement nécessaire et qu'en outre l'accès de toutes les pièces est facile, le même machiniste peut fort bien desservir deux machines ou plus.

L'eau consommée par les moteurs peut être amenée en plus ou moins grande quantité, suivant la nature de la roche à percer, jusqu'au foret lui-même. Il suffit pour cela de tourner le robinet d'échappement *c* et l'eau qui vient d'actionner les moteurs, au lieu de s'écouler directement dans la galerie par le tuyau *s*, est amenée par le tuyau en cuivre *v* à l'intérieur de la machine, où elle entre dans un tuyau central et de là pénètre jusqu'au foret à travers le vide de sa tige. Cette eau sert à dégager le foret de débris de roche qui s'y attachent, et à entraîner ensuite avec elle hors du trou les fragments de pierre broyée.

Colonne de support. — La colonne de support *n* comprend un tube cylindrique uni que l'on peut serrer fortement contre les parois de la galerie au moyen de la pression hydraulique agissant sur un piston-plongeur. La colonne, une fois solidement calée, un joint universel permet de faire prendre toutes les positions désirables aux machines assujetties sur elle.

La pression exercée sur le piston-plongeur est d'environ 18,000 kilogrammes.

Ce piston est semblable à celui de la machine elle-même. Il suffit

également de tourner un robinet à deux voies pour le faire avancer ou reculer et par ce moyen caler entre les parois de la galerie ou desserrer la colonne de support.

Chariot. — Pour faciliter le transport au front de taille et le recul des appareils servant au forage mécanique, la colonne et les machines qui y sont fixées sont portées sur un petit truc. Lorsque la colonne n'est plus serrée, c'est-à-dire lorsqu'on a fait rentrer le piston-plongeur dans le cylindre, colonne et machines demeurent en équilibre sur le truc. On peut facilement les faire pivoter sur elles-mêmes et ramener la colonne parallèlement à l'axe de la galerie, pour faire sans obstacle avancer ou reculer le truc et les appareils qu'il supporte.

b. — Marche de la perforation mécanique.

On commence le travail en faisant avancer au front de taille le truc portant la colonne et les machines. Puis on visse sur la conduite principale les tuyaux de raccordement réunis par des manchons mobiles, et on fixe à leur extrémité une pièce terminale servant de distributeur. Un petit tuyau de cuivre partant de ce dernier transmet la pression hydraulique à la colonne de support. On fait pivoter la colonne sur le truc auquel elle est réunie par un double joint articulé et on la place en travers de la galerie, dans une position à peu près horizontale, à $1^m,50$ ou 2 mètres en arrière du front de taille. Un simple tour de robinet permet alors de la serrer fortement contre les parois de la galerie.

Les perforatrices sont ensuite reliées par des tuyaux articulés avec le distributeur mentionné plus haut et par lui avec la conduite sous pression. Les machines sont disposées de manière à donner au trou la direction voulue, et le forage commence.

La course utile du piston-plongeur de la perforatrice est de $0^m,25$. Aussitôt que le trou a atteint cette longueur, on tourne le robinet de manœuvre; le foret est ramené en arrière, on allonge sa tige dans la proportion voulue, et on change au besoin le foret s'il se trouve déjà émoussé. On perce ensuite le trou sur une nouvelle longueur de $0^m,25$, puis on change ou rallonge de nouveau la tige du foret, et ainsi de suite. On donne en général aux trous de mine une profondeur de

1 mètre à 1m,20. La longueur de trou que l'on peut percer avant que le foret soit émoussé, au point de devoir être changé, dépend naturellement du degré de dureté de la roche. Pour le tunnel du Pfaffensprung (granit et quarzite), cette longueur varie de 0m,20 à 0m,50. Dans le calcaire, la dolomite et autres roches de ce genre, on peut, en revanche, percer jusqu'à 10 mètres de trou, sans que le foret soit émoussé et ait besoin d'un aiguisage.

Le nombre des trous percés dans le front de taille varie de quatre à six par attaque.

Une fois le forage terminé, le démontage des appareils se fait, en sens inverse, exactement comme leur montage.

Pendant l'opération même du démontage, on commence à charger les mines. Aussitôt que les mèches brûlent, on ouvre la soupape d'arrêt à l'extrémité de la conduite sous pression et, au moyen d'un tuyau à pomme d'arrosoir préalablement vissé sur la conduite, on produit au front de taille une énergique projection d'eau, qui absorbe une partie des vapeurs de dynamite dégagées par les explosions, et rafraîchit en même temps l'air du chantier.

Avant les machines Brandt, d'autres machines à air comprimé ont été employées dans le Pfaffensprung, entre autres celles du système Frœlich, qui sont très simples. Ces machines fonctionnent encore actuellement dans les tunnels en spirale de la rampe méridionale, mais elles n'ont donné au Pfaffensprung qu'un avancement de 0m,80, environ en 24 heures.

« Toutes les perforatrices à percussion, » nous a dit M. Moser, « se maintiennent difficilement dans la roche dure, car si les fortes commotions parviennent finalement à vaincre la résistance, elles détériorent aussi promptement les machines elles-mêmes. A cet égard, le système Brandt présente des avantages essentiels, en ce que, dans la lente rotation des burins (5 à 6 tours par minute) sous une pression, il est vrai, énorme, qui atteint parfois 120 atmosphères, il ne se produit aucune percussion proprement dite. En outre, la machine Brandt permet le forage de trous à très grand diamètre, qui, suivant la théorie de la nouvelle technique minière, doivent présenter de grands avantages et réaliser de notables économies sur les trous de mines à petit diamètre.

« Ce n'est que cette circonstance qui peut expliquer pourquoi dans le Pfaffensprung, la surface d'environ 6m, 50 de l'avancement peut être

abattue moyennant 5 à 8 coups de mine, tandis qu'avec les machines à percussion de calibre inférieur, il fallait 35, et parfois même 40 coups.

« Avec les perforatrices Brandt, on obtient, en moyenne, un progrès de 2^{m},00 par 24 heures dans le granit susmentionné, combinaison de quartz et de gneiss remarquablement dur et compact ; dans quelques parties, on a même atteint un maximum de 4^{m},00. »

Les nouveaux renseignements fournis par M. Moser confirment ces résultats remarquables.

Dans la mine de houille, nommée Rheinpreussen, près Hambourg, sur le Rhin, le progrès moyen des mois passés a été de 90^{m}, par mois, avec une seule machine, travaillant sous une pression naturelle de 25 atmosphères. Les frais par mètre ne dépassaient pas ceux du travail à la main, tandis que l'avancement était quadruple.

Cette machine est donc d'une remarquable puissance. Elle présente cependant un inconvénient pour le percement des souterrains très longs, celui d'imposer une conduite d'eau spéciale, en sus de la conduite d'eau nécessitée par l'aérage des chantiers, et qui sert généralement à l'alimentation des perforatrices à percussion.

Quoi qu'il en soit, la perforatrice Brandt réalise un progrès marqué et paraît susceptible d'applications importantes.

Les travaux qui s'effectuent dans la vallée de la Reuss, sur un parcours de 38^{k},256 compris entre le lac des Quatre-Cantons et la tête nord du grand souterrain, représentent, comme terrassements, ouvrages d'art et ballastage, une dépense totale de 17,815,235 fr., soit 465,685 fr. par kilomètre.

La valeur totale de la ligne d'accès nord est de 22,229,700 fr., soit 581,077 fr. par kilomètre.

Tunnel du Saint-Gothard. — Je n'entrerai pas dans la description détaillée des travaux du tunnel du Saint-Gothard, je me bornerai à appeler l'attention sur la perforatrice à air comprimé qui y est aujourd'hui le plus généralement employée.

C'est la machine Mac-Kean, perfectionnée par M. Seguin, chef de l'atelier des perforatrices à Airolo.

Cette perforatrice se compose essentiellement d'un cylindre percuteur porté par deux tringles dentées parallèles qui lui servent de guides.

1° Le mouvement de percussion du fleuret résulte du mouve-

ment de va-et-vient du piston dans le cylindre où l'air est comprimé et introduit par le jeu d'un tiroir cylindrique qui est actionné par un renflement bi-conique porté par la tige du piston.

2° Le mouvement de rotation est obtenu au moyen d'une rainure hélicoïdale, ménagée sur le porte-outil et dans laquelle se meut la clavette d'une rondelle dentée, entraînée par le fleuret dans la marche en avant et immobilisée dans la marche en arrière par une rondelle dentée jumelle, placée dans la têtière des tringles parallèles formant support.

3° Le mouvement d'avance résulte, d'abord, du débrayage du cylindre produit par le renflement bi-conique qui, s'avançant à chaque coup de piston plus avant dans la roche, vient à la fin soulever la fourchette engagée dans la denture des triangles, et, en second lieu, par l'action de l'air comprimé qui, dans la partie antérieure du cylindre, agit sur celui-ci pour le faire avancer et non sur le piston associé au fleuret et au porte-outil, dont le poids est plus considérable, pour le faire reculer.

4° Le mouvement de recul est obtenu d'une manière analogue. On produit le débrayage à l'arrière au moyen d'un levier à excentrique qu'éloigne la fourchette de la denture dans laquelle elle est engagée, et l'air comprimé, agissant dans la partie postérieure du cylindre, détermine la marche en arrière.

Les galeries d'avancement ont une section de 7^{m2} environ, dont l'abattage exige par mètre de longueur le percement de 18 à 20 trous et 60 à 70 fleurets.

La dépense est évaluée, par mètre courant de profondeur de galerie de 7^{m2} de section et y compris dynamite, mais sans compter les transports et les frais généraux, à 200 fr. environ. Dans cette somme, la main-d'œuvre entre pour 140 fr. à peu près. Il faut tenir compte, dans l'appréciation de ce prix, de la rapidité avec laquelle les travaux doivent être conduits, de la nécessité qui s'impose de multiplier les équipes et de l'impossibilité où l'on se trouve d'utiliser le travail des hommes de la meilleure manière possible.

Il importe de signaler l'emploi qui a été fait du fer, au lieu du bois généralement en usage, pour la construction des cintres.

Le cintre adopté dans la partie compressible du côté nord du tunnel

se compose essentiellement de deux arcs en fer à double T, de 0m,192 de hauteur, réunis à la clef par des frettes de 0m,75 de longueur.

Des essais qui ont été faits il résulte que, dans un terrain où il n'y aurait pas une poussée aussi forte que celle qui s'est produite dans cette partie spéciale du souterrain, on pourrait réduire sensiblement la dimension du fer. Mais il convient toujours de se servir de fers à double T. Dans les parties où il n'y avait pas de charge anormale, on a essayé d'employer des fers à simple T et on a dû y renoncer.

Ces cintres ont donné les meilleurs résultats. Ils sont d'un montage facile et rapide, supprimant les assemblages qui, dans les cintres en bois, se détériorent rapidement. Ils présentent une grande résistance et, occupant peu de place, laissent pour la circulation et les travaux un espace précieux.

Le matériel de cette seule entreprise du tunnel du Gothard représente une somme considérable. La valeur d'établissement du matériel fixe (compresseurs, turbines, etc.), du matériel roulant (locomotives et wagons) et de l'outillage est estimée, pour l'ensemble de l'entreprise, à la somme énorme de *neuf millions*. Et l'on suppose qu'après les travaux on pourra obtenir de ce matériel *un million et demi* environ.

Tassements sous Andermatt. — Des tassements considérables se sont produits dans le souterrain. Ces tassements, dont il a été souvent parlé depuis quelques mois, remontent à une époque beaucoup plus reculée. A 2,800 mètres de la tête nord du souterrain, sur une longueur de 60 mètres environ, existe un terrain formé de feldspath décomposé et mélangé d'alumine et de plâtre. Ce terrain, qui absorbe l'humidité de l'air, s'effrite et se gonfle en s'affaissant sous la charge des couches de différentes natures comprises sur une hauteur de 300 mètres entre le souterrain et la plaine d'Andermatt et d'Hospenthal, plaine située à mi-hauteur environ entre Gœschenen et le col du Saint-Gothard. Sous cette charge, les boisages les plus puissants sont écrasés ; nous avons indiqué précédemment qu'on avait été conduit à remplacer les cintres en bois par des cintres en fer. Quant aux maçonneries, les premières dimensions données aux anneaux en granit, exécutés dans cette partie, ont été insuffisantes : il a fallu les démolir, exécuter de nouveaux déblais en sur-largeur, et recommencer. On est ainsi arrivé progressivement à faire les anneaux en maçonnerie de granit appareillés,

avec ciment de Portland, qui ont 1m,50 d'épaisseur à la clef et 4m,50 aux naissances.

Ces anneaux paraissent devoir bien se comporter.

Epoque d'achèvement. — A ce sujet, je ne peux mieux faire que de reproduire les renseignements récents que j'ai reçus de M. Bossi.

Genève, le 17 janvier 1881.

. . . . . .

« Les travaux seront finis *fin avril* ou dans le courant de mai, à l'exception du raccordement de la galerie courbe (définitive) et de la galerie de direction côté sud, de la partie décomposée sous Andermatt, qui ne sera terminée que dans six mois environ. Il reste encore dans cette partie 10 mètres à faire. Après ces 10 mètres faits, on sera très probablement obligé de reprendre un anneau de 8 mètres fait en 1879 et qui, autant qu'on peut en juger, a subi quelques avaries. Quoiqu'il ne présente pas de danger immédiat, on ne le laissera sûrement pas dans cet état. Toutes ces maçonneries sont encore sur cintres et armées de bois et de remplissage en moellons à sec, en sorte qu'il est difficile de juger de leur état. Si on est obligé de reprendre l'anneau ci-dessus, cela prolongera un peu le délai d'achèvement et le portera en *octobre*. Il existe au centre du tunnel, sur une longueur de 40 mètres environ, des terrains décomposés, mais qui paraissent charger moins que ceux sous Andermatt, et seront par conséquent moins difficiles à maintenir. Le travail sera plus long que dans les terrains ordinaires, mais ce travail sera achevé sûrement avant la partie sous Andermatt.

« A l'exception de ces trois points, tout le tunnel sera fini en avril ou mai.

« Le raccordement des deux galeries du côté sud ne pourra être poussé activement que lorsque les travaux seront à peu près terminés, parce que, à la manière dont il est prévu, la galerie de direction par laquelle nous faisons tout notre service de sortie des déblais, se trouvera fermée. »

Accès Sud. — L'activité déployée n'est pas moindre sur ces chantiers que sur ceux de la vallée de la Reuss, ou au Saint-Gothard.

Il n'est pas de déblai ou d'ouvrage un peu important qui ne soit vigoureusement attaqué, ou déjà terminé. Des estacades en charpente à plusieurs étages, non moins remarquables par leur grande hauteur que par leur légèreté, réunissent les chantiers situés de part et d'autre des dépressions à franchir, en attendant l'achèvement des ouvrages définitifs.

Les deux ponts métalliques sur le Brenno, qui ont, l'un deux travées de 35 mètres, l'autre deux travées de 50 mètres d'ouverture, à Poleggio, sont achevés.

Ces ponts, construits en Suisse, reviennent à 0 fr. 45 le kilogramme mis en place.

Quant aux tunnels (longueur totale, 8,024 mètres), quatre sont attaqués à la machine perforatrice Frœlich.

La dépense des travaux qui se succèdent, presque sans interruption, sur cette section de 46^{k},270 mètres, est de 20,329,505 fr. 07, soit 455,481 francs par kilomètre.

Au delà, sur la ligne de Bellinzona-Lugano, les travaux sont moins avancés. Le tunnel du Monte-Cenere (1675^{m} de longueur sans puits), attaqué seulement à la fin du mois de décembre 1879, présentait au commencement du mois de juillet, une galerie d'avancement de 513^{m}. Il faut attribuer ce remarquable résultat à une installation mécanique des mieux réussies, qui donne, dans les gneiss, des avancements journaliers atteignant jusqu'à 4^{m},20 (La perforatrice employée est celle de Mac-Kean-Seguin, comme au grand tunnel du Saint-Gothard).

III

RÉSUMÉ

L'importance des travaux d'infrastructure actuellement en cours dans le tunnel du Saint-Gothard et sur les lignes d'accès se résume approximativement ainsi qu'il suit :

Ligne d'accès nord	18 millions.
Tunnel du Saint-Gothard.	60 —
Ligne d'accès sud	21 —
	99 millions.

soit par kilomètre, environ 994,974 francs, non compris les terrains, la voie, les bâtiments, le matériel roulant, les frais généraux et les intérêts durant la construction.

L'activité déployée est celle qui résulte d'un personnel de plus de 13,000 ouvriers, employés par jour, et se mesure par une dépense mensuelle de 3 millions.

CONCLUSION

Le chemin de fer du Saint-Gothard dont j'ai décrit sommairement le tracé, les ouvrages et le matériel d'exécution, présente un intérêt considérable au triple point de vue intellectuel, matériel et moral.

Au point de vue intellectuel, il offre la solution ingénieuse de l'exécution des lignes de montagnes avec des pentes moindres que celles des vallées qui servent d'accès au souterrain de faîte ;

Au point de vue matériel, il montre le parti toujours meilleur qu'on peut tirer des forces de la nature, appliquées à des machines nouvelles ou perfectionnées, et les résultats excellents que peuvent produire les grandes entreprises de construction.

A ce double point de vue, il offre un sujet intéressant aux études de l'Ingénieur et de l'Industriel.

Au point de vue moral enfin, il montre une artère rivale de la grande ligne du Mont-Cenis établie avec le concours du Gouvernement allemand. Et si l'on considère, en outre, le développement considérable donné par l'Allemagne, depuis 1871, aux chemins de fer dans les pays qui avoisinent la frontière de l'Est, on remarque que les efforts produits et les résultats acquis sont restés, dans notre pays, bien au-dessous de ceux que l'on constate chez nos voisins. A ce titre, il doit être pour nous un puissant enseignement.

La France a encore beaucoup à faire pour l'établissement de ses voies ferrées. La question Simplon-Mont-Blanc sera peut-être de nouveau portée devant la Société des Ingénieurs civils. Quelle que soit celle de ces deux lignes qui ait ses préférences, la Société ne pourra que voir avec plaisir et qu'encourager de ses vœux une entreprise appelée à conserver à la France le trafic et la prépondérance qui lui appartiennent sur la grande route de l'Orient.

NOTE COMPLÉMENTAIRE DE RENSEIGNEMENTS

SUR LA

COUPE GÉOLOGIQUE DU SAINT-GOTHARD

PAR M. G. LOUSTAU[1].

Ce que j'ai à vous exposer se rattache à ce que M. Deharme vous a dit sur les travaux du Saint-Gothard.

J'ai pu me procurer récemment le profil géologique du grand tunnel représentant la coupe des terrains suivant son axe, sur toute sa longueur de 14,920 mètres, depuis Gœschenen, tête nord dans le canton d'Uri, jusqu'à Airolo, tête sud dans le canton du Tessin.

J'ai pensé que l'examen de cette coupe et quelques détails à cet égard pourraient vous intéresser.

Le massif général, sur la longueur indiquée ci-dessus, est divisé en quatre groupes, savoir :

1° Le massif du Finsteraarhorn, sur une longueur de 2,000 mètres, à partir de la tête nord de Gœschenen, du côté de la Suisse ;

2° En allant du nord au sud, le bassin d'Ursern, à la suite du précédent, sur une longueur de 2,330 mètres environ ;

1. Cette note a déjà paru dans la séance du 21 janvier. M. Loustau l'ayant complétée par quelques renseignements nouveaux et par une carte géologique du Saint-Gothard, nous avons cru intéressant de la reproduire à la suite de ce Mémoire, ainsi que la Pl. 20. Ces notes ont été recueillies pendant un voyage fait du 18 au 25 juillet 1880, par sept Membres de la Société, au nombre desquels étaient MM. Deharme et Loustau.

Certaines difficultés d'exécution et des considérations financières ont empêché de teinter la coupe qui est jointe à cette communication (Pl. 20), mais il y a lieu de remarquer qu'à la partie supérieure des cartouches se trouvent des lettres et des chiffres qui sont reproduits, soit au bas, soit à la partie supérieure du profil, et que le lecteur peut ainsi se rendre compte très facilement de la nature de tous les terrains de la coupe.

La coupe teintée se trouve aux archives de la Société. Il n'y a dans la coupe qu'un seul glacier, celui d'Anagletscher et un lac Lago di Sella ; quant aux alluvions, ils sont indiqués par les bandes blanches qui suivent les contours du profil.

3° Le grand massif du Gothard proprement dit, sur une étendue de 7,340 mètres;

4° Le bassin du Tessin se terminant à la tête sud, sur une longueur de 3,250 mètres;

Au bas de la coupe que vous avez sous les yeux se trouvent, au-dessous de chaque massif ou bassin, des petits cartouches qui reproduisent la coupe générale, avec les noms des roches qui y correspondent. Vous reconnaîtrez ainsi :

1° Dans le massif du Finsteraarhorn, des granits veinés et des gneiss avec des filons de mica et d'eurite;

2° Dans le bassin d'Ursern, des gneiss avec des couches quartzeuses, des schistes noirs, du cipolin, des schistes à séricite;

3° Dans le massif du Gothard, de la serpentine (pierre ollaire) des roches amphiboliques, des gneiss micacés divers;

4° Enfin dans le bassin du Tessin, des roches amphiboliques, des micaschistes (feldspathiques, verts, grenatifères gris, grenatifères noirs, calcifères), des schistes quartzeux, et à la tête sud du tunnel, de la dolomie.

On rencontre au Saint-Gothard quelques minéraux qui sont utilisés par les lapidaires et les joailliers; il n'y a pas lieu d'en donner ici la nomenclature, mais on doit citer la substance cristalline désignée en joaillerie sous le nom de *Adulaire*, ou pierre de lune argentine; c'est un feldspath très pur, nacré et chatoyant, dont la plus belle espèce existe dans la montagne de la Sella, où on lui donne le nom de *Adula*. D'après Strabon *Adula* serait le nom ancien du Saint-Gothard.

Sur la courbe du profil vous remarquerez les indications métriques des hauteurs d'un certain nombre de points au-dessus du niveau de la mer :

Ainsi la tête nord du souterrain, à Gœschenen, est à. . . .	1,109m.
La rivière de la Reuss, au même endroit, est à.	1,102
A 1,600 mètres plus loin, au pont du Diable, elle est à. .	1,370
Plus loin encore, vers le sud, sur le plateau d'Andermatt, elle est à.	1,430
La hauteur moyenne du glacier d'Anagletscher est de. .	2,735
Le Kastelhorngrat, point culminant du Gothard, est à. . .	2,861
En descendant vers le sud, on trouve le lac de Sella à . .	2,232

Et à l'extrémité du souterrain la tête sud à 1,145 mètres, soit à 36 mètres plus haut que la tête nord.

C'est sous le plateau d'Andermatt, qui s'étend à une hauteur verticale de 300 mètres environ au-dessus du tunnel, et à 2,770 mètres de distance de la tête nord, que s'est produit l'accident dont vous avez tous entendu parler; il y a lieu de donner ici quelques détails à cet égard :

On avait commencé la construction du revêtement en maçonnerie, quand on constata, en décembre 1875 et janvier 1876, que les terrains sur ce point devenaient de plus en plus compressibles; cette compressibilité, qui s'était manifestée d'abord sur une longueur de 30 mètres, s'étendit bientôt jusqu'à 60; elle s'était fait sentir dès le début sur les boisages de la petite galerie de percement qui avaient une très forte charge à supporter.

La voûte qui avait été faite dans le courant de 1876 ne tarda pas à être écrasée; reconstruite en pierres plates et ciment avec une épaisseur de $1^{m},15$, elle ne résista pas davantage. Aujourd'hui, pour la nouvelle reconstruction, et sur le radier de premier établissement qui a été conservé, on emploie des pierres d'appareil en granit avec une épaisseur de 3 mètres à la base des pieds-droits, de $2^{m},50$ au-dessus et de $1^{m},50$ à la clef.

Aux cintres en bois qui sont lourds et gênants pour le travail de construction, on a substitué des cintres en fer à double π. La construction se fait par anneaux de 4 mètres; chaque anneau exige trois mois de travail, et il en reste encore trois à faire; les anneaux déjà faits ne sont pas encore décintrés.

On espère que cette dernière reconstruction sera définitive; elle sera entièrement terminée au mois d'octobre 1881; ce sera aussi la date de l'achèvement complet du tunnel.

Depuis le commencement de l'hiver actuel, lorsque la route du Saint-Gothard a été trop fortement obstruée par les neiges, l'Administration a fait passer par le tunnel, à plusieurs reprises, les dépêches et les petits articles de messagerie de la poste.

On a cherché à se rendre compte de la fâcheuse compressibilité des couches dans la partie du souterrain où les voûtes se sont écrasées, l'on est porté à croire qu'il faut l'attribuer à l'action de l'air humide sur les schistes et gneiss traversés sur ce point et à la décomposition qui en avait été la conséquence; la présence du sulfate de chaux

anhydre (la karsténite) y aurait été aussi reconnue; sa transformation en sulfate de chaux hydraté (gypse) est suivie d'une désagrégation, et le gypse réduit en fragments ne peut plus dès lors former voûte comme la roche compacte et solide.

Quelques autres hypothèses ont été produites, parmi lesquelles celle qui vient d'être énoncée paraît la plus plausible [1].

Je ne dirai que quelques mots d'une question de responsabilité qui a surgi entre la Compagnie du Saint-Gothard et la Société de l'entreprise du tunnel, à l'occasion de l'accident dont je viens de parler; c'est le sort des choses humaines de donner naissance à des conflits; je n'ai pas à formuler d'opinion à cet égard; l'affaire est, je crois, soumise à des arbitres.

Quoi qu'il en soit sur ce point, et quoi qu'il arrive d'autre part, au point de vue de l'influence que pourra avoir la route du Saint-Gothard dans le mouvement commercial des contrées de l'Europe, il faut reconnaître, à un autre point de vue, celui de l'ingénieur, que le percement du Saint-Gothard est une des grandes œuvres du dix-neuvième siècle [2].

En terminant, je crois devoir parler de trois ingénieurs distingués qui ont coopéré à cette importante entreprise; ils font partie de la Société des Ingénieurs civils et ont appartenu tous trois à l'École centrale.

L'un est le savant M. Colladon, de Genève, qui a été professeur à l'École lors de sa fondation, en 1829; il est ingénieur-conseil de l'entreprise du Saint-Gothard, après avoir déjà rempli les mêmes fonctions au mont Cenis.

Le second, M. Bossi, sorti de l'École centrale en 1853, est le digne successeur de l'éminent M. Louis Favre, directeur de l'entreprise, mort dans l'intérieur même du tunnel, le 19 juillet 1879.

1. J'ai entendu un ingénieur des mines émettre la pensée qu'il avait pu exister au plateau d'Andermatt, à l'époque des grands cataclysmes anciens, un vaste entonnoir en forme de cratère, qui aurait été comblé par des matériaux roulés amenés par les formidables mouvements glaciaires. Le percement du souterrain sous Andermatt aurait alors donné lieu à un écoulement de ces matériaux comme celui du sable dans le petit appareil connu sous le nom de sablier. Mais la coupe géologique du Saint-Gothard met à néant cette hypothèse, qui, en tout état de choses, était inadmissible.

2. MM. Deharme et Loustau ont eu occasion de nommer souvent dans leur communication les deux grands cours d'eau de la Reuss et du Tessin, qui partent l'un et l'autre du Saint-Gothard; il y a lieu de rappeler que le Rhin et le Rhône ont également leurs sources dans le massif du Saint-Gothard.

Le troisième, M. Arthur Maury, sorti de l'École en 1865, a conduit avec habileté, comme chef de service à Airolo, les difficiles travaux de la partie sud du tunnel.

En rendant hommage à leur mérite, je veux aussi, au nom de mes compagnons de voyage et en mon propre nom, leur témoigner hautement notre reconnaissance pour le gracieux accueil qu'ils nous ont fait au tunnel du Saint-Gothard, en juillet 1880.

RÉSUMÉ

DES

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

DU

MOIS DE FÉVRIER 1881

Séance du 4 Février 1881.

PRÉSIDENCE DE M. Henri MATHIEU.

La séance est ouverte à huit heures et demie.

Le procès-verbal de la séance du 21 janvier est adopté.

M. LE PRÉSIDENT annonce le décès de M. Cournerie (Jean).

L'ordre du jour appelle la communication de M. Gaudry sur les développements considérables que la Compagnie générale transatlantique vient de donner à sa flotte et à ses services. Elle exploite dix lignes principales plus sept correspondances, tant dans la Méditerranée que dans l'Océan. De ses quatre ports d'attache sont effectués 52 départs par mois et les navires desservent 60 escales, dont plusieurs ne voyaient que très rarement le pavillon français.

La flotte se compose de 62 paquebots jaugeant ensemble environ 120,000 tonneaux, d'une force collective de 90,000 chevaux effectifs et parcourant ensemble 30,000 lieues marines par mois.

Dans cet effectif ne sont compris ni les paquebots en construction, ni ceux qui viennent d'être retirés du service dont un, *la Guyane*, aura été le dernier steamer à roues appliqué au long cours.

On voit, par ces données, quel essor a pris notre marine à vapeur, aujourd'hui la troisième du globe, malgré la situation si difficile qui lui est faite, car nos autres Compagnies, même secondaires, ont aussi fait leur progrès, témoin la Compagnie Faustin et Dorbigny qui a fait de La Rochelle un port d'attache important pour la marine à vapeur qu'on y connaissait à peine précédemment. On y fait de nouveaux bassins en eau profonde accessibles à toute heure de marée.

Bien que la Compagnie générale transatlantique ait donné une extension intéressante à ses services sur l'Océan, M. Gaudry ne s'occupera ici que de la nouvelle flotte de la Méditerranée.

Déjà elle avait créé une ligne de Marseille en Amérique dont le succès a dépassé les espérances. Aujourd'hui ces mêmes ports de Marseille et Port-Vendres sont reliés régulièrement à tous les points importants de la côte Méditerranéenne d'Afrique, d'Espagne, de Corse, de Sicile, de Malte, etc.

M. Gaudry rappelle avec quel libéral empressement la Compagnie générale transatlantique communique tout ce qui peut servir à l'instruction des questions maritimes. Il nous a été remis cette fois, en outre du modèle prêté qui est mis sous nos yeux, tout un dossier de plans, notes et spécifications. Pour les détails, les dimensions et les systèmes de consolidation ou d'hygiène, on a scrupuleusement suivi les règles du *Veritas* dont le volume est aux mains de tout intéressé. On pourra donc étudier la nouvelle flotte dans ses moindres parties.

Le paquebot dont nous voyons le modèle réunit par excellence, dans son ordre de service, les principes de l'art naval actuel. C'est le type du paquebot à la fois porteur et rapide, à hélice, à étrave droite, à trois étages plus les roffs et la teugue d'avant, long de 95 mètres sur 10m,40 de large, avec machine du pur type Compound à deux cylindres inégaux, mis à côté l'un de l'autre.

Le gréement est celui d'un brick, type assez généralement adapté aujourd'hui aux bâtiments à vapeur n'excédant par 100 mètres de longueur. On a donné quatre mâts à la plupart de ces navires de 140 mètres dont la France va avoir ses exemplaires.

On s'est épouvanté de l'immensité de ces édifices de fer qui ont à recevoir des coups de mer qui peuvent aller jusqu'à 80,000 kilog. de pression par mètre, suivant des mesures déjà relatées dans nos séances; mais cette longueur de 140 mètres est devenue courante en Angleterre. On la dépasse : L'*Orient* et la *Suéva* de la Compagnie australienne ont 150 mètres de long sur 16 mètres de large, la *City of Berlin* a 160 mètres, et l'une des dernières chroniques de notre camarade Mallet décrit la *City of Rome* qui avec son étrave élancée aura 183 mètres de longueur totale sur seulement 15 mètres de large, quatre mâts, trois cheminées, et dans ses machines de 10,000 chevaux, six cylindres ayant une course inusitée de six pieds.

Les nouveaux paquebots de la Méditerranée ne pouvaient pas avoir cette immensité; mais ils sont les plus grands qu'on ait encore affectés au service d'Algérie. Il va sans dire qu'on y a réuni les installations les plus perfectionnées. Ils ont cabines à lit unique, et chambres de famille, fauteuils *revolvers* devant les tables, fumoir, boudoir, bains, glaces, en un mot tous ces aménagements qui ont fait donner à ces paquebots le nom de *Grand-Hôtel* mis sur mer. Les panneaux du salon sont en marbre à dorures, suivant le type ordinaire de la Compagnie et une galerie extérieure couverte sert de promenoir abrité du soleil et de la pluie.

La coque seule, entièrement armée, gréée et approvisionnée suivant

la spécification (moins les 57 tonnes de ciment du fond) pèse 1435 tonneaux.

Les machines pèsent 150 tonnes et 285 tonnes avec chaudière et outillage. La force motrice demandée et plus que réalisée étant 1800 chevaux de 75 K^{m} à l'indicateur, soit $\frac{1800^{ch}}{45^{mq}} = 40$ chevaux par mètre immergé du maître couple, on a les poids par cheval; savoir pour la machine seule $\frac{150,000}{1800} = 83$ kilog. et avec la chaudière $\frac{285,000}{1800} = 158$. C'est un grand progrès relativement aux poids des anciennes machines marines.

Les locomotives pèsent encore beaucoup moins par unité de force motrice, si ce n'est la machine rapide des torpilleurs de Claparède et autres, qui est un vrai prodige de légèreté.

Les machines fixes n'ont pas à fournir cet élément de comparaison, car on cherche au contraire à leur donner de la masse. Cependant les systèmes de Corliss et de Sulzer, si usités en ce moment, réalisent le problème de la rigidité unie au moindre poids de matières employées; les belles machines du service des eaux à la Villette, que vient de construire M. de Quillacq ne pèsent que 110 kilog. par cheval effectif, non compris le volant.

Les plans de la nouvelle flotte d'Algérie ont été étudiés par la Compagnie sous la direction de M. l'ingénieur en chef Audenet. Un cahier des charges et une spécification très détaillée ont été dressés. Mais, sauf pour les proportions fondamentales des coques et machines, on a laissé liberté aux constructeurs en se bornant à un contrôle très suivi.

En sorte que si les navires se ressemblent dans leur constitution essentielle, chaque chantier s'est sensiblement spécialisé dans le détail et les formes.

Ainsi le constructeur Inglis a fait les façons-arrière, plus effilées et ses paquebots, remarquablement réussis d'ailleurs, se distinguent par leur belle vitesse, et par la grande utilisation des machines.

M. Gaudry insiste sur cet effilement des façons-arrière qui a déjà fait question dans nos séances. Il rappelle qu'il en a fait ressortir l'avantage à la suite d'observations sur la Saône et les lacs suisses. Il fait remarquer que si on étudie les formes des poissons, connus pour leur vélocité natatoire, on constate que c'est surtout du milieu du corps à la queue que la nature les a effilés, pour que le replacement des molécules liquides écartées se fasse avec le minimum de pression sur les flancs.

M. Gaudry ajoute qu'on s'est de même préoccupé de l'effilement arrière sur les corps en mouvement rapide dans l'air, par exemple pour les projectiles d'artillerie. Durant la guerre de 1870 il en a été fait suivant une forme d'olive.

M. l'ingénieur Audenet tient au courant un tracé graphique où sont comparés les types et conditions de service de ses divers paquebots et en leur temps, ces observations pourront être soumises à la Société.

Le service de la Compagnie générale transatlantique dans la Méditerranée ne date encore que de six mois, il y a déjà eu un transport de 76,000 passagers de chambre et 77,200 tonnes de fret choisi.

Il faut espérer que les facilités pour le voyage en Algérie décideront à fréquenter davantage notre admirable colonie encore si peu connue, si peu exploitée et si peu aux mains françaises que certains produits nous en viennent en France, *via Liverpool*.

Au point de vue technique, il n'y a pas encore suffisante comparaison, mais on a pu constater que les exigences du cahier des charges ont été plus que remplies. On demandait aux essais 14 nœuds. On a généralement dépassé 14 nœuds $\frac{1}{2}$ aux épreuves sur la base dite des îles d'Hyères et on a eu jusqu'à 15 nœuds $\frac{1}{2}$ dans les essais, en Angleterre.

On demandait aux machines 1800 chevaux de force effective avec des cylindres de 42 et 80 pouces de diamètre sur course de quatre pieds, on a obtenu 2,100 chevaux sans les surmener.

Des navires qui débutent et ne sont pas encore bien *dans la main* de leur équipage ne sont évidemment pas dans les meilleures conditions.

La Compagnie générale transatlantique a eu la preuve sur l'Océan des résultats obtenus avec le temps, la pratique et l'émulation.

On a longtemps désespéré d'atteindre sur les autres paquebots de même ordre, les beaux rendements du steamer modèle le *Labrador*; la plupart de ses frères de chantiers y arrivent aujourd'hui et parmi les humbles cargo-boats il y a le *Caldera* d'abord assez dédaigné; sous le commandement d'un habile et énergique capitaine, M. Nouvellon, il s'est si bien classé qu'on vient d'oser le mettre en cet hiver sur la ligne de New-York.

Le fait principal sur lequel M. Gaudry veut appeler l'attention, c'est le bas prix uni à la célérité prodigieuse avec lesquels la nouvelle flotte de la Compagnie générale transatlantique a été construite en Angleterre; car ce n'est malheureusement pas à l'industrie indigène déjà si languissante, qu'elle a pu être donnée; il s'est même présenté au concours très peu de constructeurs français, demandant des plus-values et surtout des délais impossibles à accorder.

Pour des raisons que nous n'avons pas à apprécier, le décret de concession imposait à la Compagnie d'avoir en *huit mois* sa nouvelle flotte et la mise en marche courante de tous ses services.

Je puis affirmer, dit M. Gaudry, que c'est avec un regret sincère que la Compagnie, aussi patriotique que personne, n'ayant pu faire modifier le décret, a été forcée d'accepter les soumissions des cinq maisons anglaises, Richardson, Caird, Scott, Inglis et Elder.

On s'en est ému jusqu'à accuser injustement la Compagnie que l'industrie indigène ne pouvait satisfaire en raison de causes anciennes et complexes, mais où les armateurs des ports ne sont certainement pas les coupables;

c'était pour les nouveaux services de la Méditerranée une question d'être ou de ne pas être.

Ce n'en est pas moins la preuve douloureuse du dépérissement de nos ateliers de constructions maritimes qui avaient si remarquablement fourni la flotte de guerre de 1844.

Ce qu'on ne voulait pas croire possible a été fait : en dix mois la Compagnie générale transatlantique a eu en Angleterre, 14 paquebots construits sur ses plans et bien réussis, plus 4 paquebots qui ont été trouvés faits dans cette mère-patrie de la marine, où on trouve un navire aux premiers besoins comme nous trouvons à Paris un tour chez Bouhey ou une locomobile chez n'importe quel constructeur.

Un tableau au dossier donne les dates de commande, lancement et essais. Pour Inglis, par exemple, voici ces dates :

Commande.	3 novembre 1879.
Dressage sur chantier.	25 novembre 1879.
Lancement.	25 mars 1880.
Essai.	23 mai 1880.

Tous les navires ont suivi dans des temps analogues. Elder a fourni ses quatre paquebots de 3,000 tonneaux, chiffre rond, en 250 jours à dater de la commande.

Les prix ont varié de 1,100,000 et 1,200,000 fr. Le premier prix, qui est celui d'Inglis, fait revenir le tonneau de déplacement du navire lège, mais armé et décoré à 574 francs.

Les deux paquebots du constructeur Napier, *Pereire* et *Ville de Paris* ont coûté en leur temps 833 fr. le tonneau à égalité de conditions, et le *Persia* a coûté encore beaucoup plus.

Les explications qu'on a données des résultats anglais qui précèdent ne sont généralement pas exactes.

Il n'est pas vrai que les constructeurs aient commencé avant la commande la concession à la Compagnie n'était pas même donnée 15 jours avant, il y avait plans à fournir et concours entre un grand nombre de soumissionnaires.

Quant aux bâtiments tout prêts que les armateurs français et autres trouvent si aisément en Angleterre, quelque décourageant que soit le fait pour les chantiers indigènes, on eût, en l'empêchant, laissé prendre aux pavillons étrangers ces affaires inattendues qui sont l'essence du commerce et pour lesquelles il faut improviser l'outil. C'est ainsi que sont devenues puissantes la plupart de nos Compagnies de transports maritimes qui ont aussi leur intérêt public.

La Compagnie précitée, Faustin et Dorbigny de la Rochelle, en est un exemple récent : ayant négocié une de ces grandes affaires de transport qu'il faut saisir pour ainsi dire au vol, ce n'est qu'après avoir cherché dans tous nos ports, qu'elle a été, malgré sa répugnance, chercher les

paquebots indispensables en Angleterre, où elle les a trouvés de suite à sa satisfaction.

Il n'est pas vrai non plus que les paquebots de la Compagnie transatlantique aient été de ceux pour lesquels les constructeurs anglais s'arrogent, dit-on, le droit de faire au plus vite tout ce qu'ils veulent, sans contrôle et sans épreuve des matériaux; il y a eu cahier de charges et plans imposés. Aucune des précautions prises en France avec tant de sévérité n'a été omise; tous les paquebots sont à la première cote du *Veritas*.

On a dit que les chantiers anglais ont une puissance d'outillage inconnue chez nous; c'est vrai pour quelques-uns, comme le colossal établissement d'Elder; mais, en général, les chantiers anglais, comme celui d'Inglis, qui a construit ses deux paquebots d'Algérie plus activement que tous autres, ne sont pas plus puissants en outillage que les chantiers existant encore en France, mais qui sont privés de toute animation faute de commandes courantes.

M. Gaudry connaît trop peu les usines de la Société des forges et chantiers; mais il citera les établissements Claparède, qui sont meublés de trois cents machines-outils dont une raboteuse de 20 mètres, une monumentale fraiseuse universelle, des tours à banc de 14 mètres, des découpoirs à vapeur, etc. On y installe en ce moment le rivetage hydraulique très largement, et M. Claparède se propose d'inviter, quand il sera temps, la Société à en venir voir le fonctionnement. M. Gaudry se propose d'en comparer le travail avec le rivetage à main qui vient d'être réorganisé avec un grand soin chez M. de Quillacq, à Anzin, avec le concours de M. Seyrig.

La rapidité et l'économie des constructions anglaises ont leurs explications naturelles dans le grand courant des travaux relativement uniformes, dans les commandes qui viennent de toutes les nations même des plus chatouilleuses sur l'amour-propre national, dans la merveilleuse pratique du personnel pas plus intelligent qu'en France, mais plus patient, plus soumis et plus exercé.

Mais surtout dans la rapidité avec laquelle on a les matériaux et tous les articles si détaillés d'un navire, sinon en magasin, du moins dans des fabriques spéciales, toujours prêtes à fabriquer au premier ordre. Les constructeurs de la flotte d'Algérie ont eu leurs fers au bout de trois à huit jours.

Enfin la Compagnie avait elle-même contribué à cette rapidité de livraison par une pratique qui devrait être plus suivie en France. Non seulement ses plans étaient prêts, mais elle s'était refusé la satisfaction d'innover et elle s'était conformée aux types consacrés et courants pour lesquels il y a toujours au moins les forges prêtes, les chantiers disposés, les outils réglés, la main exercée.

Si, au lieu de les accepter, la Compagnie avait eu ses exigences personnelles à des millimètres près, comme il arrive souvent, les constructeurs anglais déroutés auraient, de leur propre aveu, demandé des délais et des plus-values qui les laissaient en arrière de nos chantiers français.

Si la nouvelle flotte est anglaise par la construction, dit en terminant M. Gaudry, elle est en même temps française par les plans, le programme et le contrôle. La plupart des directeurs et ingénieurs de la Compagnie transatlantique sont membres de la Société des Ingénieurs civils, la nouvelle flotte est donc jusqu'à un certain point la flotte de la Société des Ingénieurs civils. Plusieurs paquebots ont reçu des noms qui sont illustres parmi nous; il y a le *Fournel*, le *Clapeyron*, le *Chatellier*, le *Flachat*.

M. Roy demande à M. Gaudry s'il peut donner quelques renseignements concernant l'épaisseur de la coque du navire, sa vitesse, le nombre de tours de la machine, le diamètre et le pas de l'hélice.

M. Gaudry répond que tous ces renseignements se trouvent consignés dans le dossier qui accompagne sa Notice : le pas de l'hélice est de 6m81 et son diamètre 4m87. Les dimensions de rôle sont celles que fixe le *Veritas*.

M. Roy regrette que la Compagnie transatlantique ait commandé ses navires en Angleterre, ce qui a privé nos constructeurs français de commandes importantes.

Ce qui manque à nos chantiers, ce sont les occasions de développer leur outillage pour soutenir la concurrence étrangère.

M. Quéruel partage l'opinion de M. Roy et il ajoute que si les constructeurs anglais ont sur nos constructeurs l'avantage de la rapidité et du bon marché, ils leur sont inférieurs au point de vue de la solidité.

En outre, il serait bon d'établir l'économie du travail des machines anglaises livrées à la Compagnie transatlantique; dans sa pensée nous sommes en état de lutter contre nos voisins, ce qui nous manque c'est la confiance.

M. Chabrier pense pouvoir expliquer le mobile qui a fait agir, dans cette circonstance, les administrateurs de la Compagnie transatlantique. Ce mobile, c'est simplement l'intérêt du capital engagé, qui est un capital français et qu'il est intéressant de sauvegarder dans des entreprises aussi sérieuses.

M. Quéruel fait remarquer qu'une partie de la supériorité des Anglais en cette circonstance tient aux facilités et aux latitudes qu'on leur a laissées. Mais en général, leurs constructions sont lourdes, et, même avec de bons matériaux, résistent moins que les nôtres, qui, malgré cela, sont plus légères. En tenant compte de cette considération, peut-être la Compagnie transatlantique n'aurait-elle pas eu à se repentir d'avoir encouragé les constructeurs français.

M. Gaudry répond que les bâtiments dont il s'agit sont, au contraire, d'une construction très soignée; il n'a pas mission de défendre la Compagnie transatlantique, et elle est suffisamment défendue par l'existence de la magnifique flotte qu'elle a rassemblée sous le pavillon français; mais pour répondre aux susceptibilités, très respectables sans doute, qu'a soulevées la commande faite à d'autres qu'à nos chantiers indigènes, il suffit de rap-

peler qu'en raison des exigences du décret de concession, il y avait nécessité de s'adresser aux seuls soumissionnaires qui s'engageaient à fournir les paquebots dans le temps voulu. Or, ce sont cinq maisons anglaises. Elles ont réussi, et c'était là un grand fait que M. Gaudry a cru de son devoir de faire ressortir, même dans l'intérêt bien compris de nos constructeurs qui ont assurément toutes ses sympathies.

M. Douau pense qu'il faudrait faire intervenir ici des considérations d'un autre ordre pour expliquer entièrement l'infériorité relative dans laquelle nos constructeurs se trouvent placés. Ces considérations ont trait au régime sous lequel notre marine marchande était placée dans ces dernières années, régime désastreux qui l'a conduite à sa ruine, et par suite a placé nos ateliers dans une infériorité matérielle évidente par rapport aux ateliers étrangers, en les obligeant à réduire leur outillage, et même en forçant quelques-uns de nos constructeurs à fermer leurs chantiers.

M. Couriot dit qu'il s'est trouvé en Angleterre au moment de la construction de la flotte en question : les conditions dans lesquelles cette construction a été faite sont vraiment exceptionnelles. Le délai accordé était de huit mois; nos chantiers français n'étaient pas en mesure d'exécuter une commande de cette importance avec une pareille célérité; il faut dire aussi qu'il y avait à fournir en quelques jours des quantités de fer énormes que l'on n'aurait pu obtenir aussi rapidement dans tout autre pays que l'Angleterre. En somme, l'opération faite par la Compagnie transatlantique a eu pour résultat une économie considérable. Quant à la cause de l'infériorité dans laquelle nous nous trouvons, on doit la chercher dans la ruine de notre marine marchande, et aussi dans ce fait que les chantiers anglais sont la propriété des particuliers, qui les font prospérer comme ils feraient de toute autre industrie, tandis que chez nous, les principaux chantiers appartiennent à de grandes Sociétés, et sont grevés de frais considérables que n'ont pas leurs concurrents anglais.

M. le Président pense que la discussion sur ce sujet est épuisée, et donne la parole à M. Hersent pour sa communication sur les travaux des ports d'Anvers et de Toulon, en remerciant M. Gaudry de l'exposé très intéressant qu'il vient de faire à la Société.

M. Hersent présente d'abord quelques considérations préliminaires sur le caractère actuel de l'industrie des transports, et de la navigation en général; puis il fait une comparaison entre le port d'Anvers, dans son état actuel, avec nos principaux ports de la Manche, de l'Océan et de la Méditerranée. Il cite les chiffres suivants, qui représentent le mouvement de ces ports en 1879, et en font ressortir l'importance relative :

Anvers.	5,614,243	tonnes.
Dunkerque.	726,401	—
Le Havre.	1,888,099	—
Rouen.	582,951	—

Bordeaux.	871,930	tonnes
Marseille.	2,591,052	—
Gênes.	2,068,973	—

M. Hersent montre combien le trafic du port d'Anvers, même avec ses défectuosités actuelles, est supérieur à ceux du Havre et de Marseille. Nos ports sont en général mal outillés, et surtout leurs communications avec les voies de chemins de fer laissent beaucoup à désirer. Il appelle l'attention sur la *disposition Freycinet* projetée pour les bassins du port de Dunkerque et dont on attend les meilleurs résultats.

M. Hersent passe ensuite à l'historique du port d'Anvers et à la description du port actuel, dont l'insuffisance a nécessité les importants travaux qui sont en cours d'exécution. Ces travaux consistent principalement dans la construction de bassins nouveaux, et surtout dans la rectification de l'Escaut au moyen d'un mur de quai de 3,500 mètres de longueur; ils ont été adjugés, en 1877, à MM. Couvreux et Hersent, et entrepris, à forfait relatif, pour une somme de 38,275,000 francs.

M. Hersent décrit ensuite le mur de quai le long de la rivière, et qui a 17 mètres environ de hauteur, y compris les fondations, et 9 mètres de largeur au niveau de celles-ci; puis le bassin de batelage, qui a plus de 4 hectares de superficie avec une longueur de quais de 1,800 mètres, enfin l'écluse de communication entre ce bassin et l'Escaut. M. Hersent donne des détails très intéressants sur les moyens mis en œuvre pour l'exécution de ces différents travaux. Il insiste particulièrement sur l'emploi, pour la construction de l'écluse, de caissons énormes de 40 mètres de longueur sur 23 mètres de largeur; pour la construction du mur de quai, de caissons de 25 mètres sur 9 mètres, surmontés d'un batardeau métallique mobile, et manœuvré au moyen d'un échafaudage flottant, dont M. Hersent indique les détails; puis il décrit la marche des opérations suivies pour l'exécution d'un tronçon de mur de quai. Ce mur est déjà en partie construit, et les moyens employés ont donné jusqu'ici toute satisfaction.

Après cet exposé fait, M. Hersent dit qu'il se tient d'ailleurs à la disposition de ses collègues qui désireraient avoir quelques explications complémentaires.

Un Membre demande si le sol est partout de même nature et permet d'enfoncer les caissons à la même profondeur et comment on raccorde la solution de continuité entre deux caissons contigus.

M. Hersent répond : 1° que la profondeur est variable, et qu'on est guidé par des sondages préalablement faits; 2° qu'on arrive d'abord à juxtaposer les caissons avec une exactitude presque mathématique, soit à 10 centimètres d'intervalle les uns des autres, et quant au remplissage de l'intervalle, il se fait au moyen de panneaux en bois appliqués sur les faces du mur, et forment une chambre que l'on remplit de béton. On est arrivé à faire cette opération très couramment.

Un Membre demande quelle est la nature du sol sur lequel reposent les fondations et comment se fait le déboulonnage des caissons.

M. Hersent répond que le fond est du sable argileux; il ajoute qu'en Belgique, et là où la marée se fait sentir, on a l'habitude, pour empêcher la circulation de l'eau d'avant en arrière, de rapporter sur la face postérieure du mur des terres d'alluvion, derrière laquelle on accumule le remblai. Cette précaution est très efficace pour arrêter les courants qui pourraient s'établir et nuire à la solidité de l'ouvrage.

M. Hersent indique ensuite que le déboulonnage se fait en envoyant de l'air comprimé dans la galerie d'assemblage; quatre hommes y pénètrent par les cheminées de descente et peuvent alors enlever tous les écrous; cela fait, on peut ensuite procéder à l'enlèvement du batardeau.

M. Brüll demande quelle est la pression que le béton exerce par unité de surface sur le sol argileux.

M. Hersent répond que le mur a une centaine de mètres carrés de section, et en évaluant le poids de la maçonnerie à 1,800 kilogrammes, la pression par centimètre carré est à peu près de 2 kilogrammes.

M. le Président demande à M. Hersent s'il ne peut donner quelques renseignements sur les travaux du port de Toulon.

M. Hersent pense que l'heure est trop avancée, et qu'une communication sur les travaux du port de Toulon pourrait être remise à une autre séance.

M. Hauet, faisant allusion à l'infériorité relative que M. Hersent a constatée pour nos ports français, demande si le port de Marseille ne pourrait être aménagé comme celui de Gênes par exemple.

M. Hersent répond qu'en effet il serait très désirable qu'on pût améliorer le port de Marseille; mais une des conditions principales de bon aménagement est que les voies de chemins de fer qui donnent accès aux quais y arrivent par des courbes et non par des plaques tournantes. Or, à Marseille, on a malheureusement engagé tout le terrain par des constructions, ce qui rend cette transformation très difficile. Quant à l'outillage, celui de Marseille ne serait pas mauvais; mais il est monopolisé et n'est pas rendu assez pratique.

M. Richard fait remarquer que nulle part il n'existe, comme à Anvers, un port donnant 4 kilomètres de front comme l'Escaut; ce sont des conditions très favorables, et évidemment tout exceptionnelles.

Un Membre croit qu'il y a lieu de se préoccuper de notre situation actuelle au point de vue maritime, car M. Gaudry a constaté notre infériorité comme constructeurs de bateaux, et M. Hersent vient de montrer combien nos ports laissent à désirer.

M. Gaudry est bien d'avis que ces aveux d'infériorité sont peu agréables; mais il pense que l'on rend service à la cause commune en faisant voir les bons résultats que les étrangers obtiennent d'un libéralisme qui n'existe pas

chez nous, où l'on rencontre des difficultés matérielles et surtout des difficultés administratives de toute sorte.

M. Love fait observer qu'en Angleterre et en Amérique, les ports appartiennent à l'industrie privée, et c'est là la cause de leurs progrès. En France, l'établissement des ports est entre les mains de l'État, qui en réserve l'étude des dispositions, la construction et le commandement à ses ingénieurs. Nous resterons stationnaires tant que ce régime durera, tant qu'on n'y aura pas substitué celui qui fera dépendre absolument la construction, comme le fonctionnement des ports et le choix des ingénieurs, des Chambres de commerce.

M. Love a essayé à plusieurs reprises, et dès 1859, de faire exécuter par l'industrie privée plusieurs ports en France, dans le système rationnel tardivement appliqué à Dunkerque, et il a toujours rencontré la même opposition systématique qui fait que nous n'avançons que peu ou pas.

M. Ivan Flachat fait remarquer le grand intérêt que l'Assemblée prend aux deux remarquables communications de M. Gaudry et de M. Hersent. On semble conclure de leurs dires et des discussions qui les ont suivis, que nous devons constater notre infériorité matérielle au point de vue de l'outillage de nos chantiers et de l'aménagement de nos ports; mais il est heureux de constater, à son tour, que, sous le rapport intellectuel, nous n'avons rien à envier aux autres nations. Ainsi, la Belgique, munie de toutes les ressources désirables, s'est adressée, pour ses beaux travaux d'Anvers, à des ingénieurs français.

Le service de la grande navigation, en France, est de création récente; il y a vingt-cinq ans, alors que rien n'existait, il a bien fallu s'adresser à l'étranger pour avoir des navires, et à l'État pour avoir de l'argent sous forme de subvention, en attendant le trafic qui n'existait pas. Mais aujourd'hui, une fois le premier pas franchi, nous pouvons marcher seuls, et il paraît dangereux de prolonger un état d'infériorité nuisible au pays, et de persévérer dans une voie funeste au point de vue stratégique; il faut que le pays puisse se suffire à lui-même, et pour cela il faut encourager l'industrie nationale, et favoriser l'application à nos travaux des intelligences que nous avons le bonheur de posséder.

M. le Président remercie M. Hersent de la communication intéressante qu'il vient de faire et l'invite à la compléter, comme il l'a annoncé, par la description des travaux du port de Toulon.

Les membres admis dans la présente séance sont : MM. Anthonay (d'), Boutmy, Burle, Calmels, Canovetti, Delaperrière, Meyrueis, Pralon, de Pritzbuer, Prothais, Rabinel, Saglio

Séance du 18 Février 1881.

PRÉSIDENCE DE M. Henri MATHIEU

La séance est ouverte à huit heures et demie.

Le procès-verbal de la séance du 4 février est adopté.

M. LE PRÉSIDENT annonce le décès de M. Menier.

M. LE PRÉSIDENT fait part ensuite de la nomination de MM. Armengaud (Jules), Bréguet (Antoine), Fontaine et Lemonnier (Hyppolyte) comme membres de la Commission technique à l'exposition de l'électricité.

Il est donné lecture de deux lettres, de MM. Gottschalk et Trélat, relatives à la présentation comme membres honoraires : 1° de M. le baron de Burg, membre de la Chambre des seigneurs d'Autriche et Conseiller aulique, ancien président de la Société d'encouragement à l'industrie de Vienne, membre et vice-président de l'Académie des sciences de Vienne, docteur en philosophie, ancien professeur émérite de mathématiques et de mécanique à l'Institut polytechnique de Vienne, commandeur de la Légion d'honneur et décoré de vingt-deux autres ordres; 2° de M. le commandeur Betocchi, inspecteur général du génie civil au ministère des travaux publics d'Italie, ancien professeur à l'Université de Rome, membre de l'Académie des Sciences de Rome, membre de la Commission internationale pour la mesure du degré en Europe, membre des jurys aux Expositions universelles de Vienne et de Paris.

M. LE PRÉSIDENT pense que la Société ne peut qu'être honorée de compter, parmi ses membres, ces deux savants, sur la nomination desquels il sera du reste procédé conformément aux Statuts.

L'ordre du jour appelle la communication de M. Hersent sur les travaux du port de Toulon.

M. HERSENT donne d'abord quelques indications sur l'état actuel des bassins qui composent le port de Toulon, et sur leur insuffisance pour loger les cuirassés, ce qui a nécessité la construction de bassins nouveaux. Le principe adopté, c'est-à-dire l'emploi de caissons, est le même que celui

qui avait servi à la construction du premier bassin de radoub, il y a un siècle environ, avec cette différence que le caisson était en bois au lieu d'être métallique.

L'emplacement choisi pour la construction des deux nouveaux bassins de radoub est la darse de Missiessy ; elle a 8 mètres de profondeur ; les bassins devant avoir 18 mètres, il a fallu pénétrer de 10 mètres dans un sol composé de cailloux mêlés de sable et d'argile, et donnant lieu à des sources d'eau douce.

M. Hersent indique comment il a été chargé de ce travail difficile et délicat, et comment il a été conduit à l'emploi de moyens nouveaux permettant la construction d'un bassin dans un délai de 4 années, pour une somme de 3,750,000 francs dont 2,000,000 à forfait. Ces moyens ont donné d'excellents résultats, car un des bassins est complètement terminé, et le second est en bonne voie d'achèvement.

Le premier travail à faire consistait dans le dragage du fond, au moyen d'une drague pouvant pénétrer à 18 mètres au-dessous du plan d'eau, et enlever 5 ou 600 mètres cubes de déblai par jour. Il fallait ensuite amener dans cette fosse un gigantesque caisson métallique de 144 mètres de longueur sur 41 mètres de largeur et 19 mètres de hauteur, pesant 1850 tonnes, et divisé en 18 compartiments de 8 mètres de largeur.

M. Hersent donne les détails de construction de ce caisson, que l'on a dû monter dans une fosse spéciale, creusée dans le sol, et ensuite remplie d'eau, pour rendre le caisson flottant, et l'amener à la place qu'il devait occuper.

Il indique ensuite quelle marche on a suivie pour construire la maçonnerie sur le caisson sans le détériorer, et sans produire de flexions qui auraient pu fatiguer le métal, et nuire à la rigidité de l'ensemble. On a pour cela garni le plafond de maçonnerie', afin de le protéger, puis de poutres longitudinales afin de les soustraire le plus possible à l'influence d'une dilatation inégale; le chargement par la maçonnerie était fait méthodiquement, et suivant les indications données par des observations fréquemment répétées des flexions qui pouvaient se produire dans un sens ou dans l'autre. C'est dans ces conditions que l'on est arrivé, sans encombre, à descendre à 18 mètres de profondeur, 40,000 mètres cubes de maçonnerie, soit 96,000 tonnes environ.

M. Hersent donne quelques détails sur l'organisation des travaux et les installations nécessitées par cet énorme travail; puis il indique comment on a fermé le bassin au moyen d'une porte flottante métallique dont la construction est basée sur un principe nouveau; ensuite il donne la description des moyens employés pour asseoir le caisson sur le sol sans produire de secousses dans l'ensemble, opération qui présentait de grandes difficultés à cause des inégalités que présentait la surface du fond, et surtout des oscillations produites par la marée et l'action du vent.

La marée existe en effet dans la Méditerranée, contrairement à l'opinion accréditée, et produit une variation de 25 à 40 centimètres; à cette varia-

tion peut s'ajouter l'action du vent, qui accumule l'eau en certains points, et donne lieu à une oscillation totale d'environ 1 mètre. L'artifice employé a consisté à remblayer le pourtour du caisson avec du gravier, qui, s'introduisant sous le tranchant, a formé un matelas élastique capable d'amortir les chocs, et un sol artificiel sur lequel l'appareil est venu s'asseoir sans aucune secousse.

L'air comprimé a été ensuite envoyé dans les chambres inférieures pour en chasser la vase par des siphons ; le fond a été nettoyé, tapissé de moellons, et les compartiments remplis de béton.

M. Hersent donne le détail de ces diverses opérations.

Il ajoute que l'intérieur du bassin était absolument étanche, et fait connaître l'artifice employé pour en chasser l'eau résultant de la pluie, au moyen de l'air comprimé.

Il ne restait plus qu'à garnir de pierres de taille la surface intérieure du bassin pour former les banquettes.

M. Hersent décrit les engins dont on a fait usage pour cette dernière partie du travail, et qui ont permis de l'exécuter avec la plus grande perfection.

Il termine, en disant que l'un des bassins est complètement achevé et n'attend plus que le bateau-porte définitif et les engins dont il doit être pourvu ; l'autre bassin est très avancé, et l'on s'occupe actuellement d'un projet de réunion des deux bassins au moyen d'une galerie placée à 12 mètres au-dessous du plan d'eau, et qui servira de communication pour franchir la distance de 25 mètres qui les sépare l'un de l'autre. M. Hersent pense que ces travaux seront terminés avant la fin de l'année.

M. le Président exprime à M. Hersent tous ses remerciements pour son intéressante communication, ainsi que pour les développements qu'il a bien voulu donner. Il croit se souvenir que les caissons métalliques du pont de Kehl, les premiers au moyen desquels on a appliqué ce système de fondations avec l'air comprimé, avaient environ 5m 80 de large sur 7 mètres de long et 3m 30 de hauteur, et que ce travail avait été conduit déjà, à cette époque, avec un plein succès, par M. Hersent qui était alors associé de M. Castor.

M. le Président fait enfin remarquer le progrès accompli en vingt ans, en comparant les poids et dimensions du premier caisson du pont de Kehl, au dernier caisson du port de Toulon.

L'ordre du jour appelle la communication de M. Piarron de Mondesir sur le rôle des nombres harmoniques en mécanique.

M. Piarron de Mondesir donne lecture d'un Mémoire *Sur le rôle des nombres harmoniques en Mécanique.*

Il commence par déclarer que, dans son opinion, la Mécanique est la science universelle. Elle comprend l'Astronomie, la Dynamique, la Physi-

que, la Thermo-Dynamique, la Chimie, et comprendra même un jour la Médecine.

Il donne ensuite la définition du *nombre harmonique*, dont l'expression générale est :

$$2^{\alpha}.\ 3^{\beta}.\ 5^{\gamma},$$

α, β et γ étant des exposants entiers : positifs, nuls ou négatifs.

Il produit une table des harmoniques entiers, depuis 1 jusqu'à 120,000.

La théorie harmonique est fondée sur ce grand principe : que les lois naturelles doivent toujours s'exprimer simplement, et, par suite, au moyen de nombres harmoniques.

M. de Mondesir, tirant un premier exemple de l'acoustique, fait remarquer que tous les rapports, qui expriment les sons musicaux, sont des nombres harmoniques, et cela sans aucune exception.

Il discute la question des couleurs au point de vue harmonique, et émet cette opinion : que quand on sera parvenu à chiffrer les couleurs, comme cela a lieu pour les sons musicaux, ces chiffres seront harmoniques.

Il fait remarquer qu'en chimie, sauf de très rares exceptions, les exposants des formules atomiques sont toujours harmoniques.

Il fait ressortir la grande harmonie qui existe en géométrie.

Il fait ensuite quelques applications de l'idée harmonique dans le domaine de la mécanique.

Il commence par le coefficient α de la dilatation des gaz.

C'est, dit-il, l'expression numérique d'une grande loi naturelle découverte par l'illustre Gay-Lussac, et il en conclut que cette expression numérique doit être harmonique.

Gay-Lussac a trouvé par l'expérience. . . . . $\frac{1}{\alpha} = 267$

et Regnault. . . . . $\frac{1}{\alpha} = 273$

Aucun de ces nombres n'est harmonique, et l'harmonique le plus voisin est $270 = 2.\ 3^{3}.\ 5$, qui en est précisément la moyenne.

L'auteur admet alors sans hésiter, que la valeur de α est la fraction harmonique. . . . . $\frac{1}{270}$.

Les densités des deux gaz oxygène et hydrogène, qui par leur association, dans le rapport simple d'un volume d'oxygène et de deux volumes d'hydrogène, forment l'eau et la vapeur d'eau, doivent être également dans un rapport simple.

Les expériences de Regnault donnent pour ce rapport. . . 15.963.

La théorie harmonique indique ici le chiffre 16, d'où il résulte qu'un kil. d'eau ou de vapeur d'eau contient $\frac{8}{9}$ de kilog. d'oxygène, et $\frac{1}{9}$ de kilog. d'hydrogène.

Ces proportions sont du reste admises aujourd'hui par l'Académie des Sciences et par tous les ingénieurs.

Passant ensuite à la chaleur latente de vaporisation de l'eau, l'auteur considère ce nombre de calories comme étant l'expression d'une grande loi naturelle, et, par suite, comme devant être représenté par un nombre harmonique.

La moyenne des expériences de Wath, Southern, Dulong, Clément-Désormes et Rumfort, donne par kil. d'eau, 541c 40. L'harmonique le plus voisin est :

$$540 = 2 \times 270 = \frac{2}{\alpha}.$$

C'est assurément une valeur remarquable par sa simplicité, et que l'auteur adopte sans hésitation.

Passant enfin à l'énorme quantité de chaleur qui se développe, quand on fait passer l'étincelle électrique à travers un mélange gazeux d'un kil. d'hydrogène et de 8 kil. d'oxygène, l'auteur considère ce grand nombre de calories comme devant être harmonique, au même titre que la chaleur latente de vaporisation de l'eau.

En recueillant cette chaleur dans le calorimètre,

Dulong a trouvé.	34,604	calories.
Et MM. Fabre et Silbermann.	34,462	—
Moyenne.	34,532	—

L'harmonique le plus voisin est :

$$34,560 = 128 \times 270 = \frac{128}{\alpha}.$$

C'est encore une valeur très remarquable par sa simplicité, et que l'auteur n'hésite pas à adopter.

M. de Mondesir recherche la cause de cette grande production de chaleur, et la trouve dans la destruction d'un mouvement de rotation moléculaire. Ce serait donc un travail mécanique intérieur et invisible, qui se transformerait en chaleur.

Ce travail existerait dans les atomes de l'oxygène, que l'auteur considère comme *le gaz tournant par excellence*, et serait détruit par le contact avec les atomes d'hydrogène, par la raison que trois atomes, qui ont trois points de contact, ne peuvent tourner ensemble.

Il admet du reste que les chaleurs latentes, en général, consistent dans un travail mécanique invisible, et dû à la rotation harmonique des atomes.

M. de Mondesir fait en terminant quelques expériences de rotation de billes en ivoire sur une coupe légèrement concave, et cherche ainsi à faire ressortir expérimentalement les idées qu'il vient d'émettre sur les chaleurs latentes.

M. Badois demande à M. Piarron de Mondesir de vouloir bien remarquer qu'il n'y a pas d'harmonie parfaite dans la division de l'année, qui se

compose de 365 jours et une fraction. En géométrie, le rapport de la circonférence au diamètre, de la surface du carré à celle du cercle, ne sont pas non plus des nombres harmoniques?

M. Piarron de Mondesir répond qu'il ne peut donner d'explication à ce sujet. Il vient de soumettre une suite d'idées, à l'aide desquelles on peut connaître la vérité en raisonnant convenablement, on peut arriver à faire concorder entre elles les expériences, rendre de grands services à la science, et faire de nouvelles découvertes. Il pense pouvoir compléter plus tard l'aperçu qu'il vient de donner, mais il ne connaît pas d'explication aux exceptions que l'on vient de citer.

M. Badois, d'autre part, ne trouve pas tout à fait concluante l'expérience des sphères, celles-ci s'entraînent, parce qu'il y a frottement, et tournent forcément dans le sens qui permet ce frottement; si elles étaient parfaitement polies, elles pourraient tourner en sens inverse les unes des autres sans obstacle, quel que soit leur nombre.

M. Piarron de Mondesir répond que les sphères doivent être assimilées à un engrenage dont le nombre des dents est infini, mais qui existera toujours dans la nature, où les atomes s'attirent en raison inverse du carré de la distance; ils tournent forcément, et sans qu'il y ait déformation; cette force constante, qui les maintient toujours en contact, est remplacée ici par la forme concave de la coupe.

M. Quéruel dit que si les frottements sont infiniment petits à cause de la faible masse des molécules, il y a, d'autre part, infiniment peu de résistance à vaincre, et que, par suite, la rotation peut se produire.

M. Piarron de Mondesir ajoute que les molécules de l'eau tournent : en effet, elle contient, à l'état liquide, 80 calories. L'eau croupie ne tourne déjà presque plus, et la glace, qui a abandonné ces 80 calories, a perdu son élément vital, et ne tourne plus du tout.

M. le Président remercie M. Piarron de Mondesir de son intéressante communication.

Les membres admis dans la présente séance sont: MM. Adelsward (le baron d'), Albert (d'), Angle Beaumanoir (de l'), Anquetin, Aubry, Beckwith, Bourdiol, Cassal, Cosnefroy, Deschiens, Dorian, Faucon, Grémillion, Guichard, Hanarte, Miston, Montupet, Pommier, Roux, Sans y Garia, Sauvaget, Vandenpeereboom, comme membres sociétaires; et M. d'Yochet, comme membre associé.

CHRONIQUE

SOMMAIRE. — Le touage à vapeur (*suite*). — Dragues construites en Allemagne. — Emploi du gaz pour l'allumage des locomotives. — Les chemins de fer de la Sibérie. — Usure des rails d'acier sous l'action des freins à patins. — Production métallurgique aux États-Unis. — Méthodes pour la détermination du carbone combiné dans la fonte et l'acier. — Exportation du charbon de Cardiff. — Établissement de l'heure de précision à Anvers. — Le pont sur la Save, près Brood.

Le touage à vapeur (*Suite*). — Voici comment on peut apprécier la réduction de vitesse à la remonte. On voit par le tableau de la page 165 (N° de janvier) que la résistance du train remorqué à 1 mètre de vitesse en eau calme est de 750 kilogrammes; dans un courant de s mètres par seconde et pour une vitesse de marche de v mètres, soit une vitesse de $v+s$, la résistance sera de $750\ (v+s)^2$, le travail $750\ (v+s)^2 v$ et la puissance en chevaux $\frac{750\ (v+s)^2 v}{0{,}7 \times 75}$.

Si on admet que la chaudière peut fournir un travail constant de 160 chevaux, on trouve la relation suivante entre les vitesses et les résistances ou mieux les efforts de traction.

Courant.	1,50	2	2,5	3	3,5	4	4,5 mètres.
Vitesse.	1,365	1,139	0,945	0,781	0,650	0,542	0,455.
Effort.	6,160	7,390	8,900	10,720	12,920	15,480	18,410 kil.

La dernière valeur est imaginaire, car l'effort maximum correspondant à la puissance de la chaudière est de 16,960 kilogrammes; il en résulte que la vitesse maximum du courant qu'on peut remonter est entre 3 mètres et 4^{m}50.

Les remorqueurs I et II développant 750 à 800 chevaux indiqués peuvent remorquer les mêmes charges avec une vitesse de 2^{m}90, on a donc pour ce cas.

Courant.	1^{m}50	2	2,50	3^m.
Vitesses.	1,4	0,9	0,4	0,1.

On voit qu'avec un courant de 3 mètres le train reculerait, tandis que le toueur conserve encore plus de la moitié de sa vitesse. Le touage a donc, au point de vue de la sécurité et de la rapidité de la marche dans les forts courants, une supériorité incontestable sur le remorquage par bateaux à roues ou à hélice.

La chaîne du Neckar posée en 1878 a coûté en moyenne 39f50 les 100 kilogrammes, soit 6f075 par mètre courant.

Le câble du Rhin immergé en 1879-1880 a coûté 48f 75 les 100 kilogrammes, soit 3f 46 le mètre courant.

La durée de la chaîne ne peut guère être estimée à plus de 9 à 10 ans. Les compagnies de l'Elbe amortissent annuellement de 5 à 7 pour 100 de la valeur de la chaîne et de plus, dans les bonnes années, elles reportent une certaine somme à une réserve spéciale de renouvellement. Si on tient compte de la valeur de la vieille chaîne, il faut compter au moins 8 pour 100 pour l'amortissement.

Le câble du Rhin inférieur (Ruhrort-Oberkassel) a été posé de 1873 à 1875 et est encore en service, mais, comme il a peu travaillé, on ne peut le prendre comme exemple; par contre le câble de 120 kilomètres entre Oberkassel et Bingen immergé en 1875-76 a donné lieu à un service régulier et actif. Il a été renouvelé en partie cette année (1880), mais un quart environ du câble primitif est encore en service; on peut donc évaluer la durée à 4 ans 1/2 au moins. Avec quelques améliorations dans la fabrication, on peut espérer assurer aux câbles une durée de 5 à 6 ans et, en tenant compte de la valeur des vieilles matières, on peut évaluer l'amortissement à 15 pour 100 par an.

Avec les éléments recueillis ci-dessus, on peut arriver à établir des comparaisons utiles entre le remorquage et le touage dans divers cas d'intensité de courants.

LIGNES.	A.	B.	C.	D.
De 100 kilomètres chacune avec des vitesses de courant de.....	2m.4	1.6	0.8	0
Les trains remorqués donnant lieu, à 1 mètre de vitesse, à des résistances de.....	400k	500	600	700
Représenteront des charges moyennes de	770t	960	1.150	1.345
— — à.....	1.100t	1.390	1.665	1.950
La vitesse de marche étant de $v =$ ..	1m.2	1.4	1.6	1.8
La résistance propre du toueur de....	160k	140	120	100
La résistance totale du train sera $w =$	560k	640	720	800
La vitesse relative v_1.....	3m.6	3.0	2.4	1.8
Et la résistance totale à la vitesse v_1 $P = w v_1^2$.....	7.258k	5.760	4.147	2.592
Le travail indiqué sera donc en chevaux N = ...	166ch	154	126	89
Si on admet une dépense de charbon par cheval indiqué et par heure croissante à mesure que la puissance de la machine diminue, soit.....	1k.65	1.70	1.75	1.80
La dépense par heure sera de.....	274k	261	221	160
La durée du trajet de 100 kilom. est.	23h.15	19.84	17.36	15.43
Et la dépense par voyage de.....	6.340k	5.180	3.840	2.470

Si on fait le même calcul avec les remorqueurs, on trouve :

LIGNES.	A.	B.	C.	D.
Effort de traction du train, comme ci-dessus	400^{k}	500	600	700
Résistance additionnelle due à la projection de l'eau par les aubes, 10 %	40^{k}	50	60	70
Résistance du remorqueur	200^{k}	180	160	140
Résistance totale à 1 mètre de vitesse	640^{k}	730	820	910
Résistance totale contre le courant P =	8.294^{k}	6.568	4.723	2.949
Rapport des vitesses des aubes et du courant	0,58	0,54	0,50	0,46
Vitesses des aubes v_a =	6^{m}.207	5.555	4.800	3.915
Travail indiqué $N = \frac{P\,v_a}{0,7 \times 75} = \ldots$	981^{ch}	695	432	220
Dépense de charbon par cheval et par heure	1^{k}.45	1.5	1.55	1.6
Dépense de charbon par heure	1.421^{k}	1.043	669	352
Id. par voyage	32.920^{k}	20.690	11.620	5.430
La dépense du toueur étant de	6.340^{k}	5.180	3.840	2.470
La différence en faveur de celui-ci est de	26.560^{k}	15.510	7.780	2.960
Soit pour cent	80 %	75	67	54

On voit que l'avantage du touage est d'autant plus grand que le courant est plus fort, comme on devait s'y attendre.

Voici maintenant la comparaison entre le câble et la chaîne pour diverses valeurs du courant.

CHAINE.

LIGNES.	A.	B.	C.	D.
Effort normal du toueur	7.258^{k}	5.760	4.147	2.592
Résistance élémentaire par centimètre carré	320^{k}	320	320	320
Section de la chaîne	22.68	18.00	12.96	8.10
Diamètre du fer en millimètres	38	34	28.7	22.7
Poids par mètre	34.48^{k}	27.36	19.70	12.31
Prix par 100 kilogrammes	38.75^{f}	38.75	38.75	40
Prix par mètre courant	13.36^{f}	10.60	7.64	4.52
Prix pour 100 kilomètres	1.336.000^{f}	1.060.000	764.000	452.000
Amortissement à 8 pour cent	106.880^{f}	84.800	61.120	36.160
Intérêt à 5 pour cent	66.800^{f}	53.000	38.200	22.600
Total par an	173.680^{f}	137.800	99.320	58.760

CABLE.				
LIGNES.	A.	B.	C.	D.
Effort normal du toueur.....	7.258k	5.760	4.147	2.592
Résistance élémentaire par centimètre carré.....	800k	750	700	650
Section du câble.....	9.06	7.68	5.92	3.99
Diamètre en millimètres.....	44.6	41.1	36.1	29.6
Poids par mètre	7 67k	6.49	5.00	3.37
Prix par 100 kilogrammes.....	48.75f	50	51.25	52.50
Prix par mètre courant.....	3.74f	3.25	2.56	1.76
Prix pour 100 kilomètres.....	374.000f	325.000	256.000	176.000
Amortissement à 15 pour cent.....	56.100f	48.750	38.400	26.400
Intérêt à 5 pour cent.....	18.700f	16.250	12.800	8.800
Total par an.....	74.800f	65.000	51.200	35.200
Différence en faveur du câble.....	98.880f	72.800	48.120	23.560
Soit pour cent.....	57 %	53	48	40

On voit que, si le prix bien plus faible d'achat du câble est en partie compensé par sa moindre durée, il lui reste encore une supériorité considérable au point de vue de la somme à consacrer annuellement à l'amortissement et à l'intérêt du capital engagé. On remarquera également que l'avantage du câble augmente avec la rapidité du courant. (*A suivre.*)

(*Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieurs.*)

Dragues construites en Allemagne. — On a fait dernièrement à Pillau l'essai d'une drague porteuse construite à l'usine de Schichau à Elbing pour le port de Riga. Cette drague, qui a coûté 375,000 francs, a un appareil moteur de 50 chevaux nominaux, consistant en une paire de machines Compound qui servent à la commande de la chaîne à godets, au relevage de l'élinde et à la mise en action de deux hélices propulsives qui peuvent donner au bateau une vitesse de 8 nœuds à vide et de 6 1/2 en charge au tirant d'eau de 3 mètres. La coque a 60 mètres de longueur, 12 de largeur et 4m50 de creux. Il y a une élinde centrale portant 32 godets de 290 décimètres cubes de capacité. La profondeur maximum de dragage est de 7m50. Il y a quatre puits à déblais pouvant recevoir ensemble 450 mètres cubes. Ces renseignements sont donnés par le bulletin hebdomadaire de la Société des Ingénieurs Allemands d'après le journal *das Schiff*. Un autre journal allemand le *Zeitschrift für Bauwesen* donne les indications suivantes sur une drague en service au port de Memel dans la Baltique.

La coque a 31 mètres de longueur, 7m53 de largeur et 3m35 de creux, le tirant d'eau est de 1m30, l'épaisseur de tôle est de 10 millimètres. L'appareil moteur est une machine de 40 chevaux nominaux à haute pression à deux cylindres horizontaux de 0m390 de diamètre et 0m630 de course, mar-

chant avec condensation par injection ; la détente est du système Meyer et le changement de marche par la coulisse Stephenson. La machine fait de 50 à 54 tours par minute.

La chaudière tubulaire timbrée à 5 kilogrammes a 2,44 mètres carrés de surface de grille et 64 mètres carrés de surface de chauffe. La chaîne à godets marche à 0m,29 de vitesse, ce qui correspond à 15 godets par minute. La profondeur maximum de dragage est de 7 mètres.

Depuis deux ans qu'elle est en service, la drague a donné en moyenne par an, en 1177 heures de travail, 38,94 mètres cubes de déblai par heure, avec une dépense de charbon également par heure de 125 kilogrammes. La dépense annuelle s'est élevée, transport compris, à 46,560 francs, ce qui donne 1f,042 par mètre cube, le déblai se composant de sable argileux avec grosses pierres. La drague a coûté 233,000 francs.

Emploi du gaz pour l'allumage des locomotives. — Le « *Journal für Gasbeleuchtung* » rapporte que plusieurs Compagnies de chemins de fer ont substitué avec avantage le gaz au bois pour l'allumage des locomotives.

Au chemin de fer de l'Est-Prussien, on a, depuis le mois de mai 1878, fait avec le gaz environ 15,000 allumages de locomotives et il en est résulté une économie d'à peu près 6,250 francs. On emploie un appareil inventé par l'ingénieur J. Siegert, de Berlin, et composé d'un tube horizontal et de plusieurs tuyaux verticaux terminés par des brûleurs ; ces tuyaux sont disposés avec prise d'air pour brûler un mélange de gaz et d'air à la manière des becs Bunsen.

Voici comment on procède ; on commence par passer par un intervalle des barreaux au milieu de la grille, un morceau de tôle de la longueur de l'appareil ; on dispose autour des morceaux de houille bien sèche de la grosseur du poing, et on charge la grille de 10 à 15 centimètres de charbon ; si on retire ensuite la feuille de tôle, il reste un intervalle vide dans lequel on introduit les becs de l'appareil et où la flamme du gaz peut se développer. La dépense est d'environ 300 litres avec une pression de 15 à 20 millimètres d'eau. Lorsque les charbons sont en ignition, on les sépare pour répartir le feu sur toute la surface de la grille.

On fait arriver le gaz à l'appareil au moyen d'un tuyau de caoutchouc.

Cet appareil est fabriqué par Pintsch, à Berlin, au prix de 80 francs environ.

M. Siegert y a apporté récemment un perfectionnement qui consiste à faire arriver aux becs un mélange d'air et de gaz formé à l'entrée de l'appareil, au lieu d'être formé séparément à chaque brûleur.

Le chemin de fer Bergisch-Markisch emploie un système analogue à Gladbach.

L'usage du gaz pour cet objet représente une dépense qui varie du cinquième au huitième de celle que nécessite l'emploi du bois.

(*Eisenbahn*).

Les chemins de fer de la Sibérie. — On s'occupe activement de la question des chemins de fer de la Sibérie et sur l'initiative du comte Melikoff, une somme d'un million de roubles vient d'être appliquée aux dépenses préliminaires de la partie la plus urgente de la ligne qui doit relier Ekaterinenbourg et Tiumen. On sait que pendant la saison d'été, il y a une communication de Nijni-Novogorod à Kasan en descendant le Volga et de Kasan à Perm en remontant la Kama. De Perm il y a une ligne qui va à Ekaterinenbourg et de là une route jusqu'à Tiumen, distant de 320 kilomètres. C'est à ce dernier endroit que commence à proprement parler le réseau fluvial de la Sibérie. Cette ligne de jonction est estimée à 80,000 francs le kilomètre, y compris le matériel roulant, ce qui donne une dépense d'environ vingt-cinq millions pour la ligne entière. Lorsque la jonction sera opérée, il y aura une communication non interrompue en été par chemin de fer et rivière de Nijni-Novogorod, qui est le terminus oriental actuel des chemins de fer russes, à Tiumen qui en est distant de 1500 kilomètres, bien que le trajet actuel par eau entre les deux villes en passant par Kasan et Perm soit de 2200 kilomètres. Depuis Tiumen les communications existent par les rivières Toura, Tobol, Irtish, Obi et Tom jusqu'à Tomsk sur une distance de 1700 kilomètres ; de Tomsk à Krasnoyaisk par route ordinaire, il y a 540 kilomètres et à Irkoutsk également par route 1100 kilomètres ; d'Irkoutsk à Strekensk, toujours par route, 1300 kilomètres et de là à Wladivistok par l'Amour 2100 kilomètres.

Toutefois, comme la plus grande partie de ces communications consiste en cours d'eau où la navigation est interrompue pendant l'hiver, les meilleurs moyens de transport sont impraticables pendant la moitié de l'année pour cette vaste région qui reste à peu près fermée au commerce. Pour remédier à cet état de choses, l'entreprise la plus urgente, après la construction du chemin de fer d'Ekaterinenbourg à Tiumen, serait l'établissement d'une ligne entre Nijni-Novogorod et Ekaterinenbourg sur une distance de 1400 kilomètres.

Cette ligne est estimée à 110,000 francs le kilomètre, y compris deux grands ponts sur le Volga et la Kama. L'achèvement de ce grand travail aura pour résultat l'ouverture au commerce d'un nouveau continent d'une immense richesse minérale et agricole. (*Iron.*)

Usure des rails d'acier sous l'action des freins à patins. — Dans la conférence de l'Union des chemins de fer allemands à Coblentz, l'ingénieur en chef Rüppel a donné les renseignements suivants sur l'usure des rails d'acier au plan incliné d'Aix la Chapelle. Sur ce plan incliné à 26,3 millièmes, on emploie des freins à patins ; jusqu'en août 1878, ces patins étaient en fer et l'usure des rails d'acier était de 1,53 millimètres par million de tonnes brutes ; il fallait remplacer les rails au bout de cinq ans. A cette époque on résolut de substituer l'acier au fer pour les patins et on commença, à titre d'essai comparatif, par faire les patins de gauche en acier en laissant les patins de droite en fer. Le 6 mai suivant on cons-

tata que l'usure était de 7mm,36 à gauche et de 8,98 à droite. Le 6 juin on renversa les choses, de manière à mettre les patins en acier à droite et les patins en fer à gauche ; dans les nouvelles constatations faites le 18 septembre et le 24 novembre, on trouva que les rails avaient perdu 2,23 millimètres par million de tonnes du côté des patins en fer et seulement 0,14 millimètres du côté des patins en acier. Ce résultat peut paraître étonnant au premier abord parce qu'on est porté à supposer que le fer, étant moins dur que l'acier, usera moins les rails, mais il est en parfait accord avec ce qu'on constate pour les sabots des freins ordinaires. Il paraît généralement admis que l'emploi du fer est mauvais pour ces pièces. Les diverses compagnies de chemins de fer ayant été consultées en 1878 sur ce sujet par l'Union, 3 seulement furent favorables à l'emploi du fer, 12 se prononcèrent pour la fonte et 28 pour l'acier fondu. L'objection contre l'emploi des sabots en fer est l'usure inégale des bandages.

Si donc on admet l'usage de la même matière pour les deux pièces frottantes dans le cas des freins à sabots, on ne voit pas pourquoi on ne l'admettrait pas de même pour les freins à patins. (*Organ*).

Production métallurgique aux États-Unis. — Voici relativement à la production métallurgique des États-Unis quelques chiffres intéressants extraits de diverses notices publiées dans le *Journal of the Iron and Steel Institute.*

Il y avait en juillet 1880, 413 hauts fourneaux en feu dont 131 marchant au charbon de bois, 167 à l'anthracite et 115 au charbon bitumineux ou au coke, plus 313 hauts fourneaux éteints. Les fourneaux en feu ont une capacité totale de production annuelle de 3,767,134 tonnes. La production de spiegel-eisen a été, en 1879, de 13,930 tonnes; elle est effectuée dans quatre usines dont 2 en Pensylvanie et 2 dans le New-Jersey.

La production totale des rails a été, en 1879, de 1,113,270 tonnes soit une augmentation de 230,000 tonnes par rapport à 1878 ; sur ce chiffre, il y a 683,964 tonnes de rails d'acier, soit 133,000 tonnes de plus qu'en 1878 et 120,160 tonnes de rails de fer ou 97,270 tonnes de plus que l'année précédente.

On a fabriqué 8,650 tonnes de rails de tramways dont 5,800 en acier.

En 1849 la production totale de rails aux États-Unis n'était que de 24,000 tonnes.

La production totale de fer laminé a été, en 1879, de 2,047,000 tonnes soit une augmentation de 31 pour 100 par rapport à 1878.

Le total de la fabrication de l'acier Bessemer a été, toujours pour 1879, de 928,000 tonnes contre 732,000 en 1878. Cette fabrication se fait dans 9 aciéries possédant 20 convertisseurs, dont 5 en Pensylvanie, 3 dans l'Illinois et 1 dans l'Ohio.

10 nouveaux convertisseurs qu'on installe porteront la production à 1,500,000 tonnes ; ces 10 convertisseurs se répartissent comme suit : 3 dans les aciéries de Pensylvanie, 2 aux aciéries de Bethlehem, 1 dans celle de

la Compagnie de Lackawanna; 2 dans celle de Pittsburg, enfin 2 dans une nouvelle aciérie à North-Chicago ; ces derniers sont de 10 tonnes tandis qu'on ne dépassait pas jusqu'ici aux États-Unis la capacité de 7 tonnes.

La production des aciéries américaines est considérable; ainsi, chez Edgar Thompson, on a produit en une semaine à 6 jours de travail 2,853 tonnes en 366 opérations, ce qui a fourni 7,856 rails pesant net 2,116 tonnes.

Le 10 décembre 1879, les aciéries de Scranton ont fourni en 24 heures 467 tonnes de lingots et, un peu plus tard, la plus forte production hebdomadaire connue, 2,415 tonnes de lingots.

On a laminé dans le jour 736 rails en 10 heures et 50 minutes, ce qui donne un rail par 53 secondes et dans la nuit 800 rails en 11 heures 10 minutes, soit un rail par 50 1/2 secondes, en tout 1536 rails en 22 heures. La plus grande production connue jusque-là était de 1044 rails en 24 heures (forges d'Harrisburg en 1877). Dans la même semaine on a laminé 1877 tonnes de rails, c'est le chiffre le plus élevé réalisé soit en Amérique soit en Europe, le plus élevé jusque-là était celui de 1617 obtenu également à Harrisburg en 1877. Pour la fonte on peut citer le haut fourneau n° 1 de Lackawanna qui, pendant 14 semaines, a donné la moyenne extraordinaire de 544 tonnes de fonte par semaine, et le haut fourneau Franklin de la même Compagnie qui a donné 478 1/2 tonnes.

Méthodes pour la détermination du carbone combiné dans la fonte et l'acier. — Le carbone existe avec le fer sous deux formes, comme graphite ou comme carbone combiné; le fer contient rarement du graphite ; l'acier contient du graphite et du carbone combiné, mais le dernier domine toujours, enfin dans la fonte l'un ou l'autre domine, suivant que la fonte est grise, truitée ou blanche.

Les propriétés de l'acier varient avec la proportion du carbone combiné ; voici une classification établie d'après les meilleures autorités.

Carbone combiné pour 100.	Usages de l'acier.
1,58 — 1,38	Non soudable, mais se forge.
1,38 — 1,12	Se forge, mais difficile à souder.
1,12 — 0,88	Acier pour burins.
0,88 — 0,62	Acier pour outils et filières.
0,62 — 0 38	Acier doux pour bandages, etc.
0,38 — 0,15	Tôles, essieux, etc.
0.15 — 0,05	Pièces de machines, etc.

La détermination de la proportion de carbone combiné est donc de la plus grande importance.

Berzelius commença l'étude de cette question, mais Karsten fit les premières applications pratiques ; il employa surtout le chlorure d'argent, méthode qui donna de bons résultats, mais avait l'immense inconvénient d'exiger de 10 à 20 jours pour une analyse.

A mesure que l'industrie métallurgique se développa, on trouva des procédés plus rapides, mais dont le plus prompt demandait encore quatre heures.

L'emploi du procédé Bessemer rendit absolument nécessaire l'emploi de méthodes rapides. Le professeur Eggertz, de Fahlun, fut le premier (1862) à résoudre le problème, et sa méthode est encore en faveur dans les principales aciéries du monde entier.

Elle repose sur ce principe que, si on dissout dans l'acide azotique du fer ou de l'acier renfermant du carbone combiné, la dissolution prend une couleur brune dont la nuance varie avec la proportion de carbone. Le fer et le graphite n'agissent point, l'azotate de fer étant incolore et le graphite insoluble dans l'acide azotique.

Voici comment on opère par le procédé Eggertz. On dissout 1 décigramme de métal contenant une portion connue de carbone combiné dans 5 centimètres cubes d'acide azotique à la densité de 1.2 et à la température de 80 degrés centigrades; on laisse agir pendant une heure et la dissolution est mise dans une burette graduée et étendue de manière à former le liquide type.

Si l'acier contient 0,75 pour cent de carbone et si on étend le liquide pour faire 7,5 centimètres cubes, chaque centimètre cube contient 0,0001 de carbone. Si maintenant on opère comme ci-dessus sur l'acier à analyser, qu'on mette la dissolution dans une burette et qu'on l'étende jusqu'à ce que les deux teintes soient les mêmes, la proportion de carbone sera donnée par le rapport des volumes des liquides; la difficulté principale est la modification de teinte de la liqueur normale qui pâlit avec le temps, surtout si elle reste exposée à la lumière.

Le journal de l'Institut de Franklin de mai 1870 contient une communication de M. J. Blodget-Button, au sujet de diverses modifications de la méthode Eggertz. Au lieu d'une solution type, l'auteur en emploie plusieurs variant par 0,02 pour cent, depuis 0 jusqu'à 0,3 pour cent de carbone, ces solutions disposées dans une série de burettes rangées par ordre, On peut objecter qu'une série graduée d'aciers est malaisée à obtenir et la difficulté relative à la modification des teintes subsiste.

M. Ryder proposa, en 1876, une méthode fondée sur ce que les propriétés magnétiques de l'acier varient avec la proportion du carbone combiné; si deux barreaux d'acier aimanté sont placés sur une échelle graduée aux pôles opposés d'une aiguille aimantée, on aura un équilibre exact si les carrés des distances mesurées sur l'échelle graduée sont proportionnels aux quantités de carbone combiné. Ce procédé ne paraît pas avoir passé en pratique.

M. David Townsend propose une nouvelle méthode basée toujours sur la coloration constatée par Eggertz, mais différant des précédentes par la manière de comparer les couleurs.

Il emploie un appareil formé d'un support pouvant recevoir 10 tubes contenant chacun 100 centimètres cubes de dissolution. Sous ces tubes est

une plate-forme sur laquelle glisse un support portant une auge en verre de $0^m,25$ de longueur et 0,05 de largeur dont le fond est incliné. Cette auge contient un liquide de comparaison et donne les différentes nuances suivant la hauteur du liquide dans l'auge. Sous chaque tube, dans la plate-forme, est pratiquée une ouverture rectangulaire qui permet à la lumière réfléchie par un miroir supérieur de traverser le liquide coloré des tubes, on peut ainsi faire facilement la comparaison avec le liquide de l'auge. L'appareil est du reste à peu près impossible à décrire sans figure.

Pour opérer, on prend 1 gramme d'acier contenant une proportion connue de carbone, soit par exemple 0,1 pour 100; on le dissout dans 15 centimètres cubes d'acide azotique; on chauffe au bain-marie à 80 degrés. Le liquide est filtré sur l'amiante, mis dans un des tubes de l'appareil et étendu d'eau jusqu'à 100 centimètres cubes. L'auge est remplie d'une solution de caramel, on l'amène sous le tube et on étend la dissolution jusqu'à ce que les deux couleurs soient identiques; on comprend que la hauteur du liquide dans l'auge correspondant à des teintes diverses de la solution de caramel permet d'obtenir immédiatement par la mesure de cette hauteur la proportion de carbone. Ce procédé paraît être très exact et très rapide, et n'exige aucune connaissance en chimie. La liqueur de comparaison peut servir un mois, si on a soin de la tenir à l'abri de la lumière.

(*Engineers Club of Philadelphia.*)

Exportation du charbon de Cardiff. — Il a été expédié en 1880, du port de Cardiff, 5,229,658 tonnes de charbon, coke et briquettes, soit 796,390 tonnes ou 17 pour 100 de plus que l'année précédente. Le pays qui consomme le plus de charbon de Cardiff est la France qui n'en a pas reçu, en 1880, moins de 1,272,352 tonnes; après viennent l'Italie, les Indes orientales, l'Égypte et l'Espagne. Pour 18 des 21 pays énumérés dans le rapport auquel ces chiffres sont empruntés, la consommation a augmenté en 1880; pour l'Allemagne, les Indes occidentales et l'Espagne, elle a diminué. Les États-Unis ont importé, en 1880, 28,947 tonnes soit 17,156 de plus que l'année précédente. (*Iron.*)

Établissement de l'heure de précision à Anvers. — Nous empruntons au *Bulletin mensuel de l'Association des Ingénieurs sortis des écoles spéciales de Gand* la communication suivante de M. Dufourny. Il s'agit de donner, une fois par jour, au moyen d'un signal bien en vue de tous les points du port, une heure de temps moyen mathématiquement exacte, de façon à permettre aux marins de régler leurs chronomètres, opération indispensable avant le commencement d'un voyage au long cours.

En Angleterre et en Amérique, l'heure précise, en temps moyen d'un observatoire déterminé, est marquée par la chute d'un ballon appelé *time ball*. Ce ballon, d'un diamètre d'environ deux mètres, est peint en couleur vive pour être visible de très loin et tombe d'une hauteur de 6 à 9 mètres.

Ce ballon est fixé au moyen d'un levier qui est déclenché en temps voulu par un courant électrique; un piston mobile dans un cylindre à air amortit le choc au moment de la chute.

A Anvers, on compte employer au lieu d'un ballon, un appareil sémaphorique formé de quatre palettes verticales qui, sous l'action du déclenchement électrique, se rabattront horizontalement et ne seront plus visibles que par la tranche.

Cet appareil sera placé au haut de la tour de la maison Hanséatique, qui se trouve dans une position centrale, par rapport aux bassins de la ville. Pour que les signaux soient visibles de tous les bassins, dont quelques-uns sont fort éloignés, la tour de la maison Hanséatique vient d'être surélevée d'un étage de 5 mètres et sera surmontée d'un matereau de 6 à 7 mètres de hauteur.

Une horloge de précision ou pendule astronomique marquant le temps moyen de Greenwich sera placée dans la gare commerciale d'Anvers, dans une salle ouverte au public; cette horloge sera remise à l'heure précise, automatiquement par un courant électrique transmis de l'Observatoire royal de Bruxelles au moyen d'un fil spécial. De l'horloge part un fil qui va jusqu'à la maison Hanséatique et transmet le courant destiné à déclencher les palettes du sémaphore. La transmission se fera chaque jour à 1 h. 00′00″ du temps moyen de Greenwich.

Un second fil déjà posé va de l'horloge à la citadelle du nord. Chaque jour il fera partir un coup de canon à 1 h. 00′00″ du temps moyen d'Anvers, soit 0 h. 42′23″ du temps moyen de Greenwich; le coup de canon précédera d'un quart d'heure environ le signal sémaphorique et servira ainsi d'avertissement; en même temps ce sera un excellent appel pour la reprise des travaux par les ouvriers du port.

L'horloge de la gare commerciale est donc appelée à jouer un rôle important; elle donnera le signal de l'heure de précision et fera partir, un quart d'heure auparavant, un coup de canon de la citadelle du Nord.

La disposition du mécanisme fait que : 1° à intervalles réguliers, deux fois par minute, à la 1re et 23e seconde, l'horloge envoie un courant électrique à l'Observatoire de Bruxelles et indique par un galvanomètre si elle est en avance ou en retard sur l'heure de temps moyen de Greenwich.

2° Au bout de peu de temps, on peut régler d'une manière parfaite la marche de la pendule en faisant agir sur le balancier un courant électrique positif ou négatif pour en accélérer ou retarder la marche.

3° Il sera possible de savoir à l'Observatoire royal si le coup de canon est parti et si le signal a fonctionné.

Pour produire les effets de déclenchement, il faut une force notable, et d'autre part le courant électrique doit être faible pour assurer un service ponctuel et sûr. Pour réaliser le problème, on a disposé à l'extrémité d'un rayon de longueur à déterminer une masse de fer doux, retenue par un électro-aimant de Hugues, le rayon étant dans une position presque verti-

cale. Dès qu'un courant passe dans les bobines de l'électro-aimant, celui-ci est neutralisé, la masse de fer se détache et vient frapper un tampon avec la puissance vive acquise dans la chute; on obtient ainsi l'effort nécessaire pour manœuvrer les déclenchements ou opérer toute autre fonction mécanique.

Les raisons qui ont motivé l'interposition à Anvers d'une horloge intermédiaire, alors qu'il semble qu'on eût pu transmettre directement de l'Observatoire de Bruxelles les courants nécessaires à la manœuvre des signaux d'Anvers sont : 1° Que pour transmettre des signaux à la maison Hanséatique et à la citadelle du nord, il eût fallu deux fils électriques de Bruxelles à Anvers au lieu d'un.

2° Qu'il est indispensable dans une ville aussi commerçante qu'Anvers, rien que pour faciliter les échanges et les rapports, d'avoir une horloge accessible au public et marquant une heure mathématiquement exacte.

3° Que, malgré la surélévation de la tour de la maison Hanséatique, il eût été difficile que l'appareil sémaphorique donnant l'heure de précision fût visible de tous les points de la ville.

Le Pont sur la Save, près Brood (Autriche-Hongrie). — Notre collègue, M. T. Seyrig, a bien voulu faire pour la Chronique le résumé ci-dessous d'un article des *Mitheilungen über Gegenstände des Artillerie-und-Genie-Wesens.*

Lorsqu'en 1878 l'occupation de la Bosnie par l'Autriche fut chose décidée et bientôt mise à exécution, les opérations militaires se trouvèrent rendues fort difficiles par l'absence de communications commodes. La traversée de la Save, notamment, rivière très large et sujette à des crues importantes, causait des retards considérables et de grandes craintes, par suite de l'absence complète de ponts fixes. On fut conduit à décider l'établissement, d'urgence, d'un grand pont qui pût servir à la fois aux transports par voitures, et au passage du chemin de fer qui devait se raccorder à la ligne de la Bosna. La construction de ce pont, entrepris presque sans études préalables, a été menée assez rapidement, et avec un succès tel qu'elle mérite d'être racontée avec quelques détails.

On choisit comme emplacement du pont un point dans le voisinage immédiat de la forteresse de Brood, où une île partage la Save en deux bras. Son débouché libre devant être d'au moins 400 mètres, on adopta une disposition en 5 travées de 80 mètres de portée chacune. C'est dans ce sens qu'un avant-projet fut rédigé par M. Pressel, lequel servit de base à la discussion, et le 28 août 1878 un décret impérial enjoignit au président du comité militaire de prendre le plus promptement possible les dispositions pour l'exécution de l'ouvrage. Un bureau spécial fut organisé, et le 4 septembre, c'est-à-dire 6 jours plus tard, les documents principaux étaient prêts et les contrats furent signés avec les fournisseurs. Le 15 septembre, tous les détails étaient arrêtés et la fabrication se trouvait engagée en plein.

Afin de marcher rapidement, on chargea un groupe d'entrepreneurs des travaux sur place consistant dans l'établissement de palées en bois et de l'échafaudage de montage. Cinq usines reçurent chacune la commande d'une des travées métalliques, et l'on n'accorda à ces usines qu'un délai total pour la construction à l'usine variant de 6 à 8 semaines, ce délai comprenant le laminage des fers.

Le 18 septembre on fit le piquetage; le 6 octobre on avait réuni les matériaux et l'on battait le premier pieu. Le 6 novembre, on avait battu 355 pieux, lorsque les hautes eaux interrompirent le travail et obligèrent à évacuer le chantier. On ne put reprendre les opérations que le 16 décembre. Malgré une nouvelle crue, le dernier pieu (il y en a plus de 1,000) fut enfoncé le 15 février, et le 31 mars les contreventements furent complétés. Le 17 avril, on acheva la dernière palée principale, et le 27 avril eut lieu l'achèvement de l'échafaudage de montage.

Pendant ce temps, la construction aux usines avait eu lieu, les délais de 6 et de 8 semaines accordés pour cela n'ayant point été dépassés. On amena les fers à pied d'œuvre en janvier, et le montage commença avant que le pont de service ne fût complètement achevé. Une grande inondation en mai mit sous l'eau une grande quantité de fers préparés, et les ouvriers étaient obligés d'aller les repêcher, travaillant dans l'eau jusqu'à mi-corps. Enfin, le 27 juin, le pont était prêt au passage de la locomotive. L'épreuve eut lieu le 2 juillet et le pont fut aussitôt livré à la circulation.

Si l'on déduit le temps perdu par suite des crues, on trouve comme durée effective du travail le suivant :

Battages de pieux.	12 semaines.
Montage de palées, etc.	5 —
Montage de la superstructure. . .	6 —
Pose de la voie et du platelage. .	1 —
Total.	24 —

Nous avons dit que la superstructure repose sur des palées en bois. Il était en effet impossible de songer, dans ce court délai, à faire des piles en maçonnerie. Mais il fallait en prévoir l'établissement dans un délai déterminé, et l'on a en conséquence laissé libre la place des piles futures, en plaçant de chaque côté de leur emplacement une forte palée; la distance d'axe en axe de ces palées est de 25m,30. Elles comprennent chacune 100 pieux et une robuste superstructure en charpente. Chaque palée est protégée contre les corps flottants par trois brise-glaces disposés en triangle.

La partie métallique comprend 5 travées de 80 mètres de portée chacune. Les poutres ont 9 mètres de hauteur : leur écartement est de 6m,85. Elles sont construites avec des verticales et des diagonales tendues (en allem. : *Fachwerk*). Le tablier est fait pour porter une voie normale de 1m,435, et

pour livrer passage à des véhicules pesant 6 tonnes sur quatre roues et une foule pesant 400 kilogr. par mètre carré.

L'emploi de palées disposées comme nous l'avons dit conduit à faire porter les travées, dans leur disposition actuelle, sur les 2e et 3e montants, à partir de l'extrémité de la poutre. Les barres de treillis qui aboutissent aux pieds de ces montants sont donc comprimées, tandis qu'elles seront tendues lorsque le pont sera placé sur ses piles définitives, sur des appuis correspondant aux montants extrêmes. Elles sont, par conséquent, construites en fers profilés et ont une forme de caisson, tandis que toutes les autres barres de treillis sont en fers plats.

Le poids moyen d'une de ces travées de 80 mètres de portée est de 323,160 kil. Voici quelques données sur les quantités et prix de revient.

Les dix palées contiennent ensemble :

16.280 m. c. de bois pour pieux, ayant coûté.	fl. 56.978 61[1]	
1.028 pieux, dont le battage a coûté.	32.382 »	
795 sabots en fonte.	4.531 50	
1.348,4 de sabots en fer.	836 »	
1.433 m. c. de bois de sciage.	99.796 72	
65.002 kil. de fers et fontes pour boulons, etc.	39.744 31	
Dépenses diverses, terrassements, goudronnages, etc.	9.014 24	
		243.282 33
Ponts d'inondation sur les deux rives.	59.996 40	
Tablier en bois et voie du pont principal. . .	60.391 28	
Brise-glaces.	51.596 91	
Terrassements sur les deux rives.	93.831 08	
Baraquements.	6.930 97	
Cabines des gardes et maisons de douane. . .	2.279 04	
Dépôts des bois et transports divers.	7.501 82	
Frais causés par les inondations	31.089 08	
Divers.	43.095 64	
Total de la voie et des travaux accessoires. .		366.712 22
Construction métallique, 1.605.804 k. à 31 fl. 50 les 100 kilogr.		508.978.26
Dépenses diverses en régie.		26 038 96
Prix total de l'ouvrage.		fl. 1.145 011 82

1. Le florin papier autrichien, de valeur variable, peut être estimé, pour cette époque, à environ 2 fr. 10.

COMPTES RENDUS

ACADÉMIE DES SCIENCES.

Séance du 10 Janvier 1881.

Note de M. d'Arsonval sur un **thermo-régulateur** pour les hautes températures. — Ce régulateur est en même temps un pyromètre qui contrôle à chaque instant sa propre marche; il permet de régler, avec une grande exactitude, toutes les températures inférieures au ramollissement de la porcelaine ; une fois réglé, il retombe automatiquement à la même température lorsqu'on rallume le brûleur.

L'appareil se compose de trois parties : un réservoir à air plongeant dans le milieu dont la température doit être maintenue constante, et qui peut être, suivant les cas, en verre ou en porcelaine vernie ; un manomètre capillaire en U, contenant du mercure et qui indique la pression de l'air contenu dans le réservoir ; enfin le régulateur proprement dit, qui agit sur l'écoulement du gaz destiné au brûleur. Le régulateur comporte essentiellement une membrane qui reçoit par sa face inférieure la pression de l'air du réservoir et agit sur l'écoulement, la pression de l'air est équilibrée sur la face supérieure par un poids qui, en glissant le long d'un levier, fait varier la charge.

Séance du 24 Janvier 1881.

Note de M. de la Bastie sur la **résistance à la flexion du verre trempé**. — Des essais comparatifs ont fait voir que :

1° L'élasticité est plus que doublée dans le verre trempé.

2° Le verre simple trempé a une résistance environ 2,5 fois plus grande que le verre double ordinaire.

3° Le verre demi-double trempé est environ 3,1 fois plus résistant que le verre double ordinaire.

D'autres essais ont montré que :

1° Tandis que les flèches prises par les glaces ordinaires sont si faibles qu'elles n'ont pu être relevées, les glaces trempées s'infléchissaient sous les charges.

2° Les glaces polies trempées, ayant des épaisseurs variant de 0m,006 à 0m,013, présentaient une résistance de 3,67 fois plus grande que celles des glaces ordinaires d'épaisseurs sensiblement égales.

3° Les glaces brutes trempées avaient une résistance environ 5,33 fois plus grande que celles des glaces brutes ordinaires.

Séance du 7 février 1881.

Note de M. L. Lalanne, sur le **grand canal de l'Est** et sur les **machines établies pour en assurer l'alimentation.** — Le canal de l'Est est destiné à obvier à la situation désavantageuse faite à la navigation intérieure de la région est de la France par la modification de la frontière qui a coupé les extrémités des canaux du Rhône au Rhin et de la Marne au Rhin ; il commence sur la Meuse, à la frontière belge, près de Givet, et aboutit à Port-sur-Saône sur un développement de 468 kilomètres.

Les travaux sont complètement achevés sur le cours de la Meuse jusqu'au canal de la Marne au Rhin, et l'œuvre entière sera terminée dans deux ans. La dépense évaluée à 100 millions a été fournie au moyen de fonds empruntés par un syndicat constitué entre les cinq départements traversés, et remboursés par l'État.

Une des grandes difficultés était l'insuffisance de l'eau ; on a adopté pour y remédier une alimentation artificielle, à l'aide de machines mues soit par l'eau, soit par la vapeur.

Deux grandes usines hydrauliques ont été établies, l'une à Valcourt, l'autre à Pierre-Labreiche, dans la vallée de la Moselle. Une chute fournie par un barrage dans la Moselle canalisée agit sur des turbines Callon qui font agir des pompes Girard, une des usines développe 320 chevaux, l'autre 270.

A Vacon on a établi des machines à vapeur de 250 chevaux actionnant des pompes Girard.

On a en outre utilisé l'alimentation naturelle par la construction de vastes réservoirs; celui de Paroy[1] contient 1,800,000 mètres cubes, un autre projeté à Aouze contiendra 7 millions de mètres cubes et alimentera à la fois le canal de l'Est, la basse Meuse et une partie du canal de la Marne au Rhin.

1. Voir Chronique d'avril 1880, page 510.

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

NOVEMBRE 1880.

Conférence faite à la Société d'Encouragement par M. BERTIN sur les **miroirs magiques**. — On appelle miroirs magiques des miroirs métalliques fabriqués au Japon et tirant de leur fabrication une propriété curieuse : lorsqu'un rayon de soleil tombe sur la surface polie, s'il est réfléchi contre un écran blanc, il transporte sur cet écran l'image des ornements qui sont sur la face postérieure.

Ces miroirs sont très rares, on n'en compte que quatre mentionnés dans les *Comptes rendus* de l'Académie des Sciences. M. Bertin en a reçu un, sur lequel il a fait avec M. Duboscq les recherches qui font l'objet de cette conférence.

Stanislas Julien a trouvé dans un auteur chinois du douzième siècle de notre ère une explication des effets merveilleux de ces miroirs. L'auteur suppose que le dessin en relief qui est sur le revers est reproduit en creux sur la face polie ; on a ensuite coulé dans les creux un bronze plus fin que celui de la masse et on a poli la surface ; c'est l'inégalité du pouvoir réfléchissant des deux bronzes qui produit l'effet magique.

Brewster a donné une théorie analogue. Le physicien français Person donna la véritable explication en 1847. La surface polie du miroir n'est pas régulièrement convexe, elle l'est seulement dans les parties correspondant aux creux de la figure du revers et elle est plane dans les parties correspondant aux reliefs, de sorte que les rayons réfléchis sur les parties convexes divergent et ne donnent qu'une image affaiblie, tandis que les rayons réfléchis sur les parties planes gardent leur parallélisme et donnent une image dont l'intensité tranche sur le reste.

M. Govi a confirmé la théorie de Person par ses expériences rapportées dans les *Annales de Chimie et de Physique*.

MM. Bertin et Duboscq font ait mouler et reproduire en bronze ordinaire le miroir magique japonais qui était à leur disposition. Le miroir reproduit n'avait la propriété magique que lorsqu'on le chauffait, seulement l'application de la chaleur présente des inconvénients ; ces Messieurs ont eu l'heureuse idée de remplacer la chaleur par la pression. En appliquant au dos du miroir une boîte métallique étanche et en y refoulant de l'air, on a eu des effets magiques parfaits. On obtient un effet analogue, mais renversé, en faisant le vide. On obtient les plus beaux effets avec la lumière Drummond. L'orateur annonce qu'il se propose de faire mouler et reproduire galvanoplastiquement la surface polie, pendant que le miroir sera rendu magique

par la pression. La surface obtenue aura toutes les irrégularités de celle du miroir magique et produira dans les rayons réfléchis l'image d'ornements qui n'existeront plus.

Conférence faite à la Société d'Encouragement par M. Antoine Bréguet sur le **Photophone de M. Graham Bell.**

Conférence faite à l'Exposition universelle de 1878 par M. Roux, ingénieur en chef des manufactures de l'État, sur la **dynamite et les substances explosives.**

Note de M. H. Sainte-Claire-Deville, sur les **odeurs de Paris.**

M. Sainte-Claire-Deville a analysé la terre noire extraite d'une tranchée faite dans une des rues de Paris, terre exhalant une très forte odeur. L'eau de lavage de cette terre a donné du sulfate de chaux, de la chaux, de la magnésie, du sel marin, de la potasse et des matières organiques.

La matière noire pulvérulente, résidu du lavage, a été traitée par l'éther, et on a retiré de la solution éthérée du soufre cristallisé et contenant une matière organique décomposable par la chaleur, du soufre cristallisé avec un peu de goudron et de naphtaline et enfin du goudron de gaz.

M. Sainte-Claire-Deville conclut que ce sont les fuites de gaz d'éclairage qui amènent dans le sol de Paris une partie du soufre, les hydrogènes carbonés et le goudron qu'on y trouve. Ce dernier étant une matière antiseptique par excellence, on peut dire que le sous-sol de Paris est assaini par les fuites de gaz ; la faible odeur d'hydrogène sulfuré qui s'en exhale est sans aucun danger.

Il n'en est pas de même des odeurs provenant de matières excrémentitielles que l'on constate malheureusement à Paris et aux environs.

Le transport et le traitement de ces matières devront être soumis à des conditions rigoureuses pour qu'elles cessent d'être fétides et ne puissent devenir dangereuses pour la santé publique, conditions qui d'ailleurs peuvent être réalisées avec les procédés connus ou légèrement perfectionnés.

Programme des prix et médailles mis au concours, pour être décernés dans les années 1881, 1882, 1883, 1884, 1885, 1886.

ANNALES DES PONTS ET CHAUSSÉES.

DÉCEMBRE 1880.

Notice nécrologique sur M. Nadault de Buffon, par M. Hervé-Mangon, membre de l'Institut.

Note sur la **construction des ponts Sully**, par M. Brosselin, ingénieur en chef des ponts et chaussées.

Ces ponts ont entre parapets une largeur de 20 mètres, dont 12 de chaussée pavée.

Le pont du grand bras est biais à 51°9′45″. Il a 3 arches, l'arche centrale de 49m,56 et les arches latérales de 46m,35 d'ouverture, suivant le biais. Le pont du petit bras est biais à 66°26′, il a une arche centrale métallique de 42m,28 et deux arches latérales en plein cintre en maçonnerie, de 15m,35 de diamètre.

Les piles en rivière ont été descendues jusqu'au calcaire; elles reposent sur des massifs en béton coulés sous l'eau dans des caissons sans fond. La culée gauche a été fondée sur un banc de sable franc et la culée droite sur des pilotis dont la tête est noyée dans un massif de maçonnerie exécuté à sec à l'abri d'un batardeau.

Les arches métalliques se composent chacune de 11 arcs en fonte, en forme de double T; les tympans sont évidés et divisés en panneaux. L'entretoisement des arcs et des tympans se fait par les poutrelles en double T du tablier qui supportent les voûtes, sur lesquelles reposent la chaussée et les trottoirs; l'entretoisement des arcs est fait par des fers en U, accouplés de manière à présenter la forme d'un double T. Les joints des voussoirs qui forment les arcs sont rabotés et assemblés par des boulons. Les arcs ont été calculés par les formules de M. Bresse. Les pressions maxima ne dépassent pas 4 kilogrammes sous la charge permanente et 5 kilogrammes sous la charge d'épreuve au poids mort, abstraction faite des efforts déterminés par les variations de température. La partie métallique a été exécutée par MM. Joret et Cie, les fontes provenant des usines de la Compagnie de Terre noire.

Voici la répartition des matériaux métalliques :

DÉSIGNATION.	PONT DU GRAND BRAS.	PONT DU PETIT BRAS.
Fonte	1.307.691k	360.925k
Fers de toute espèce	267.447	82.833
Cales en acier	2.546	869
Mastic	18.497	5.890
Plomb	1.692	564
Total	1.597.873	451.081

La dépense totale s'est élevée à 1,198,067 fr. pour le grand bras et a 673,783 francs pour le petit bras, ce qui fait respectivement 395 francs et 384 francs par mètre carré de surface horizontale.

Note sur le **raccordements des courbes avec les alignements droits** dans le tracé des chemins de fer, par M. Dupuis, ingénieur en chef des ponts et chaussées.

L'auteur défend l'emploi du raccordement parabolique de M. Nordling, dont l'importance avait été contestée par M. Michel dans un article paru en novembre 1879 dans la *Revue générale des chemins de fer*, mais il admet que la pente de raccordement doit être réduite à 0m,002 par mètre.

Note sur **l'emploi du chlorure de sodium pour le déglaçage des voies publiques** en temps de gelée, par M. d'Ussel, ingénieur des ponts et chaussées.

L'emploi du chlorure de sodium pour le déglaçage des voies publiques est connu et employé parfois dans les villes maritimes. Il a été appliqué à Paris en décembre 1879 sur 175,000 mètres carrés de voie, la quantité employée a été de 25,000 kilogrammes. Les résultats ont été excellents.

Le répandage se fait à la pelle; la circulation est un auxiliaire efficace; deux heures après le répandage, dans les voies à grande circulation, la couche de glace est transformée en boue.

L'emploi du sel est passé dans les habitudes des compagnies de tramways, et elles viennent, comme la ville de Paris, d'obtenir du gouvernement franchise des droits fiscaux qui grèvent cette matière.

Avec le sel à 22 francs les 100 kilogrammes, dont 16 francs de droits, la dépense de salaison n'est pas plus élevée que celle des sablages multipliés; mais si le sel ne coûte que 3 francs (sel égrugé au lieu de sel raffiné), la dépense ne reviendra qu'à 0 fr. 007 par mètre carré, tandis que les sablages coûteraient 0 fr. 053, c'est-à-dire sept ou huit fois plus cher.

Le chlorure de calcium agit de même, et n'est pas sujet aux droits, mais il a le grave inconvénient de conserver une réaction acide, de sorte que la boue produite tache les vêtements.

JANVIER 1881.

Rapport présenté au ministre au nom de la Commission d'enquête **sur les moyens de prévenir les accidents de chemins de fer**, par le président de cette commission, M. G. de Nerville, inspecteur général des mines.

Note sur **l'économie d'eau** à réaliser par **l'emploi d'une colonne liquide**, pour le remplissage et la vidange des écluses de navigation, par M. Flamant, ingénieur en chef des ponts et chaussées.

L'auteur a cherché à étendre l'emploi indiqué par M. l'ingénieur en chef de Lagrené dans son *Cours de navigation intérieure*, de colonnes liquides oscillantes, emmagasinant l'eau dans un bassin de même superficie que

l'écluse ou l'en retirant, pour économiser la dépense d'eau dans les canaux de navigation.

Mémoire sur la **construction des ponts sous canal**, par M. CAHEN, ingénieur des ponts et chaussées,

Les ponts décrits, établis sous le canal de l'Est, sont à peu près complètement construits en moellons; ils se composent d'un passage central en plein cintre de 4 mètres d'ouverture n'ayant que la largeur de la cuvette du canal; cette partie est bordée de voûtes rampantes, dont l'inclinaison est déterminée de telle façon que la tête placée au droit de l'arête extérieure du chemin de halage présente des proportions tout à fait satisfaisantes. Dans la longueur de ces voûtes rampantes, les pieds-droits sont évasés dans le double but d'augmenter le débouché à la lumière et à l'air, et de permettre aux voitures de se croiser déjà à l'entrée de l'ouvrage, en réduisant ainsi au minimum la longueur de la partie véritablement étranglée. On peut de plus faire commencer les rampes d'accès à l'intérieur même de l'ouvrage, sous les voûtes rampantes, ce qui est un avantage très précieux dans certains cas.

Note sur un **procédé rapide de détermination des surfaces de profils en travers**, par M. ZIEGLER, ingénieur des ponts et chaussées.

Cette méthode, qui a déjà subi l'épreuve de la pratique a, d'après l'auteur, les avantages suivants :

Elle n'exige, comme préparation préliminaire, que l'établissement de quelques graduations métriques demandant deux ou trois heures de travail d'un dessinateur.

Elle se prête avec la plus grande facilité à tous les changements de gabarit, largeur ou inclinaison de talus; à chaque gabarit nouveau correspond simplement une nouvelle ligne horizontale portant deux graduations.

L'intervention de l'ingénieur est inutile ou bien se borne au calcul des constantes, définissant la position des origines des graduations.

L'emploi du graphique est très simple et peu fatigant, de sorte que les erreurs matérielles se produisent rarement.

Enfin, la rapidité et la précision de l'opération sont très grandes; deux agents exercés peuvent obtenir la surface de 100 profils par heure (200 demi-profils), ce qui fait un profil en 36 secondes; en déterminant de plus la surface d'emprise et de talus, il faut au plus une minute par profil.

COMPTES RENDUS MENSUELS DES RÉUNIONS DE LA SOCIÉTÉ DE L'INDUSTRIE MINÉRALE

RÉUNION DE SAINT-ÉTIENNE, 6 NOVEMBRE 1880.

Expériences sur les fils d'acier des aciéries de Firminy.

Il est donné lecture du rapport de la commission chargée de faire des essais sur les fils d'acier pour câbles, fabriqués maintenant d'une façon courante dans les usines de Firminy; ces essais ont porté sur trois qualités de fils métalliques fabriqués à Firminy, et comme terme de comparaison sur du fil de fer des forges de Bigny (Cher) qui a une grande réputation.

Nous croyons intéressant de reproduire le tableau des qualités de résistance constatées.

DÉSIGNATION.	FER de BIGNY.	FER FONDU DE FIRMINY, 65 francs les 100 kil.		ACIER Martin DE FIRMINY,	ACIER au creuset DE FIRMINY.
		Tréfilé pour grande souplesse.	Tréfilé pour donner de la résistance.	125f les 100k.	140f les 100k.
Charge de rupture à la traction, par millimètre carré, moyenne.....	72k.5	68k.8	90k	135k	160k
Allongement total à la rupture.....	1m/m.50	1.50	1.60	1.5 %	1.2 %
Nombre de flexions à la mâchoire de 10.....	16	20	19	20	28
Nombre de flexions à la mâchoire de 5.....	7	7	10	9	11
Nombre de spires à la rupture par torsion.....	21	19	41	10	7
Rupture après un nombre de chocs de.....	4 fois 1k de 2m.	3 fois 1k de 2m.	»	40 fois 2k de 2m.	40 fois 3k de 2m.

On peut conclure que la Compagnie des Aciéries de Firminy a obtenu des fers fondus et aciers pour câbles, ayant les qualités suivantes :

Fer fondu presque égal, sous tous les rapports, au meilleur fil de fer au bois, celui de Bigny;

Acier de moyenne résistance, 135 kilogrammes par millimètre carré,

ayant presque la même souplesse que les fils de Bigny et une bien plus grande résistance au choc;

Acier de grande résistance, 160 kilogrammes par millimètre carré, ayant un peu moins d'allongement et de résistance à la torsion que le précédent, mais une flexibilité égale et une énorme résistance au choc.

Quelques câbles ont déjà été faits avec ces fils. L'un d'eux en acier Martin, composé de 6 torons de 6 fils n° 14 chacun, avec âme principale et âmes des torons en chanvre, a commencé à rompre sous 18,000 kil. de charge ; ce qui représente, *pour les fils câblés*, une résistance de 130 kil. par mill. carré. Un câble en fer fondu, composé comme le précédent, a commencé à rompre sous la charge de 9,600 kil., soit 70 kil. par mill. carré, *pour les fils câblés*.

M. Bonnaud, ingénieur des Aciéries de Firminy, a fait des expériences d'un genre spécial, pour reconnaître l'action des variations de température sur la résistance des fils. Il a fait séjourner des fils dans la neige avant de les soumettre aux épreuves ; il a essayé des fils soumis alternativement, pendant une heure, à l'action de la neige, puis d'une étuve chauffée à 120 degrés, puis replongés brusquement dans la neige, et ainsi de suite plusieurs fois.

Il résulterait de ces essais que :

Le fer de Bigny semble, dans ces variations de température, avoir perdu une très faible portion de sa résistance à la traction, mais, chose bizarre, le nombre des pliages avant rupture aurait notablement augmenté.

Le fer fondu résistant de Firminy n'a pas varié comme résistance à la traction, mais le nombre des pliages a diminué d'un dixième environ.

L'acier Martin n'a pas non plus diminué comme résistance à la traction, mais le nombre des pliages aurait augmenté de près de moitié.

La résistance à la traction de l'acier au creuset n'a pas non plus diminué, mais la flexibilité paraîtrait avoir diminué dans une certaine mesure, assez peu facile à déterminer, vu des écarts assez grands dans les nombres de pliage.

Ces variations dans la flexibilité, sous l'action de différences de température, paraissent à la Commission de nature à la confirmer dans son désir de vérifier si les grandes qualités dont font preuve les métaux essayés sont bien durables.

Communication de M. Pourcel sur **la déphosphoration au meeting de Dusseldorf**.

11 novembre 1880.

Communication de M. Menessier sur **les essais à la traction des fils de fer et d'acier**. — L'auteur rend compte d'expériences analogues à celles de Firminy, qu'il a faites pour élucider les questions d'élasti-

cité et d'allongement que la Commission n'avait pu qu'effleurer. Il conclut que le simple essai à la traction, tout en donnant des renseignements utiles sur la résistance proprement dite, ne suffit pas à apprécier exactement la valeur d'un fil métallique soumis aux conditions dans lesquelles se trouve un câble de mine, et les essais à la flexion donnent des résultats assez variables auxquels il ne faut pas accorder une trop grande importance.

Il est décidé que les études de la Commission seront continuées.

Communication de M. Deshayes sur une **Méthode graphique pour la mesure directe du travail de résistance vive de rupture.**

L'appareil proposé repose sur le principe suivant :

Une pointe traçante (crayon ou stylet) inscrit en ordonnée sur un cylindre tournant (recouvert de papier blanc ou enduit de noir de fumée) les variations de la charge supportée par l'éprouvette. Ce cylindre tourne, non pas d'un mouvement uniforme d'horlogerie, comme dans les appareils enregistreurs actuellement employés, mais d'un mouvement variable avec l'allongement même de la barre soumise à l'épreuve ; de sorte qu'à chaque ordonnée, représentant la force, correspond une abscisse représentant l'espace parcouru, allongement vrai et sous charge que l'on ne mesure jamais exactement avec les machines qui sont en usage courant dans les usines.

L'auteur a pris pour type la machine à essayer du colonel Maillard qui, assez répandue, donne des indications très exactes, lorsque le réglage à l'aide de vis est bien fait et permet de rendre tout l'ensemble, presse, barreau d'épreuve, transmetteur de pression, bien symétrique par rapport à l'axe général du système ; point essentiel pour que la barrette soumise à l'épreuve ne subisse pas d'effort de torsion.

M. Deshayes s'est proposé de prouver :

1° La possibilité de mesurer exactement (mesure qui n'a jamais été faite que très approximativement) le travail de résistance vive à la rupture par traction, à l'aide de diagrammes parfaitement nets obtenus avec une pointe traçante se mouvant sur un cylindre tournant enduit de noir de fumée.

2° L'application de la méthode graphique à l'enregistrement de deux phénomènes connexes en traçant graphiquement sur la même feuille par une seule expérience, les abscisses représentant les espaces parcourus, les ordonnées représentant les forces, la surface représentant le travail.

3° L'auteur désire appeler l'attention des constructeurs d'appareils de précision sur les applications nombreuses que pourrait recevoir le mode de mesure qu'il propose.

Communication de M. Rollet sur **la fabrication Bessemer par procédé basique.**

Communication de M. Brustlein sur **les gaz contenus dans l'acier.**

DISTRICT DU CENTRE, 26 SEPTEMBRE.

Communication de M. DELINIÈRES sur un **nouveau système de condenseurs à surface.**

Le principe de ce système, dû à MM. Mignon et Rouart, consiste à employer des tubes concentriques de diamètres différents, laissant entre eux un intervalle aussi petit que la pratique peut le permettre, et créant ainsi une surface pour ainsi dire capillaire.

Des expériences préliminaires ont fait voir qu'on pouvait obtenir au minimum 165 litres d'eau condensée par mètre carré et par heure.

Une machine de 10 chevaux marche avec un condenseur de ce système depuis huit mois, et on n'a pas encore eu besoin de démonter et de nettoyer l'appareil.

Ce système présente un intérêt particulier pour la condensation par l'air. Voici quelques résultats d'expériences faites dans cet ordre d'idées.

Avec une surface de condensation de $1^{m^2}28$, on a condensé une quantité de vapeur équivalente à 9 kilogrammes par mètre carré et par heure. La température de l'air, au moment des expériences, était de 10°,5; cette condition était évidemment favorable à la condensation. On pourrait presque la réaliser, dans la plupart des cas, d'une manière assez facile, en se servant de la température du sol à une certaine profondeur. Il suffirait de faire passer l'air condensant à travers une grille composée de tuyaux en fer ou en fonte ou même en poterie d'une surface convenable et placés à une certaine profondeur dans le sol.

Communication de M. FAYOL sur le **bassin houiller de Commentry.**

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ALLEMANDS.

12me *livraison de* 1880.

Le touage à vapeur, par le professeur Teichmann de Stuttgard (*suite et fin*).

Machine à vapeur à trois cylindres de Feodor Siegel à Schönebeck-sur-Elbe, par M. Gebhard.

Machine d'épuisement souterraine, par M. Carl Hilt à Kohlscheidt.

Extraction des déblais au moyen d'un courant d'eau, pour travaux de fondation, dragages, etc., par M. Weiss, ingénieur à Brême (*suite et fin*).

Rapport de la Commission d'enquête sur l'accident du pont de la Ta
par M. Wegele à Berlin.

Roue hydraulique flottante à aubes creuses de G. Zeidler.

Turbines à introduction partielle de Bell et C^ie^.

Chaudières à vapeur avec tubes à eau et tubes à fumée de G. Hambruch

Régulateur d'alimentation de Erhardt et Sehmer.

Régulateur de machines à vapeur de L. d'Auria.

Appareil à air chaud de Fischer et Stiehl.

Four à briques de G. Wray.

Four à poteries de Doulton et C^ie^, à Lambeth.

Calorifère à air chaud de W. Grotefend.

Matériel de dragage pour le Gouvernement des Indes.

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ET ARCHITECTES D'AUTRICHE.

N° 12. — 1880.

Détermination des charges de dynamite nécessaires pour faire sauter les roches, par M. J. Lauer, capitaine du génie.

Sur une **forme générale de l'équation des moments de Clapeyron**, par M. Kupferschmid, ingénieur.

Solution géométrique du problème de deux points, par M. le professeur A. Schell.

Projet et construction du port militaire allemand de Wilhemshaven, mémoire lu à la Société des Ingénieurs d'Autriche, par M. M. Kulka, ingénieur.

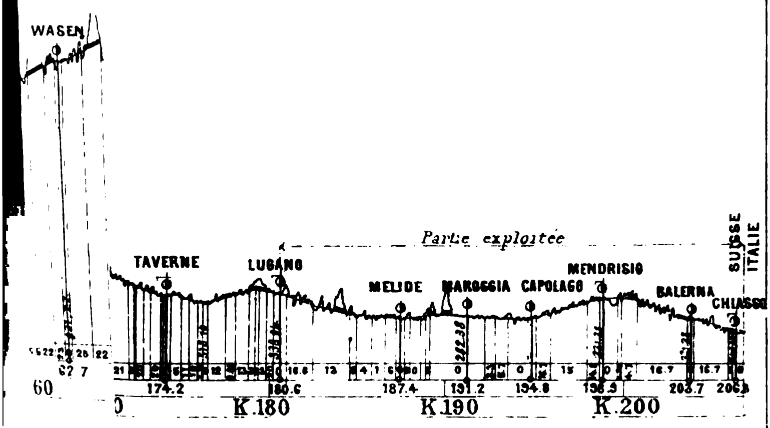
Le Secrétaire-Rédacteur,

A. MALLET.

PARIS. — IMPRIMERIE E. CAPIOMONT ET V. RENAULT, RUE DES POITEVINS,
imprimeurs de la Société des Ingénieurs civils.

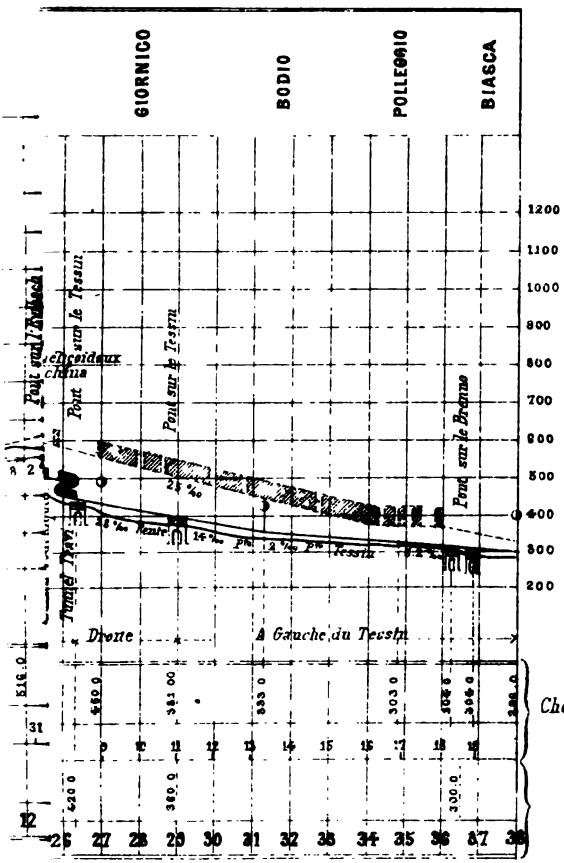
Pl. XVII.

Porlezza
LUGANO
COMO
Lugano
Melide
Maroggia
Capolago
Mendrisio
Chiasso
Balerna
SUISSE
ITALIE


Partie exploitée
WASEN
TAVERNE
LUGANO
MELIDE
MAROGGIA
CAPOLAGO
MENDRISIO
BALERNA
CHIASSO
SUISSE
ITALIE
174.2
180.6
187.4
191.2
194.8
203.7
K.180
K.190
K.200

n{n .

Goyenne
a'ux .



La ligne pointillée & les Tunnels avec hachures indiquent le projet Gerwig (Ligne directe.)

Chemin de fer en construction

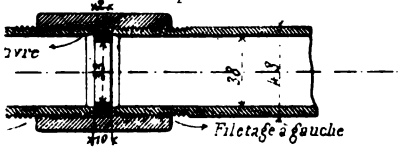
Tessin, Fl.

ch.el

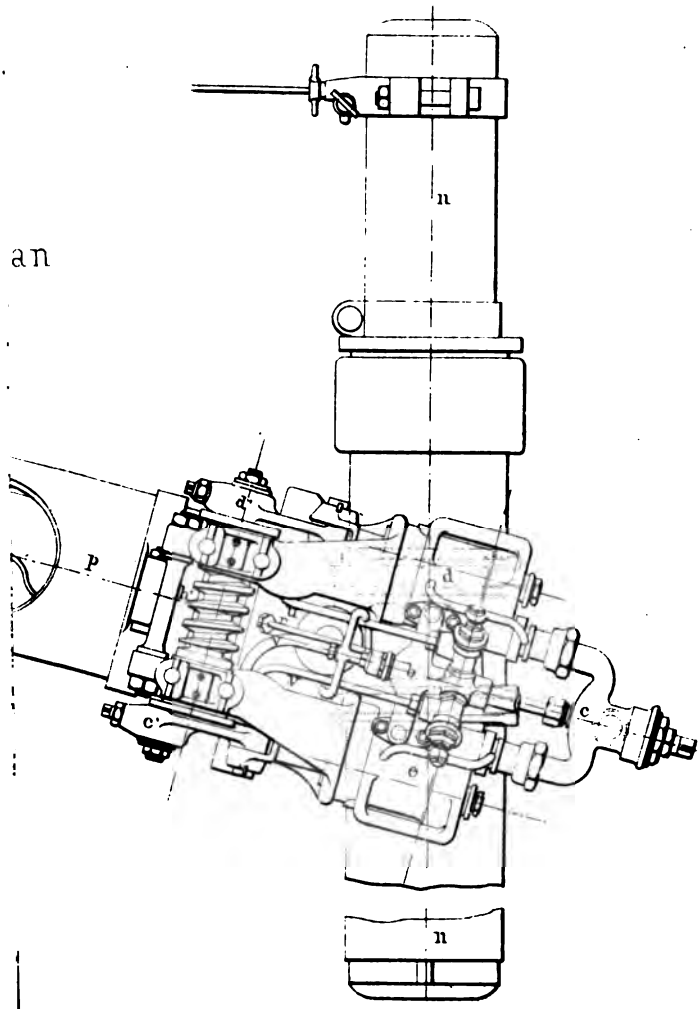
(1651.3 81) Aut. Imp. A. Broise & Courtier, 43 R. de Dunkerque, Paris

.ux soudés de 38 m/m de vide

conduite à haute pression



an



MÉMOIRES

ET

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

MARS 1881

N° 3

Pendant le mois de mars les questions suivantes ont été traitées :

1° *Canal d'irrigation et de navigation de la mer Caspienne à la mer Noire* (Projet d'un), par M. Poliakoff, séance du 4 mars, pages 310 et 314.

2° *Égouts de Paris* (Communication de M. A. Dallot, sur les), séances des 4 et 18 mars, pages 315 et 327.

3° *Décès* de MM. Nabielak et Pelouze, séance du 18 mars, page 326.

4° *Nominations* de MM. Diard et Vial, au grade de Commandeur de l'Ordre d'Isabelle la Catholique, et de M. Husquin de Rhéville, à celui de Chevalier de l'Ordre de François-Joseph d'Autriche, séance du 18 mars, page 326.

5° *Bassin houiller du Pas-de-Calais* (Compte rendu par M. Brüll, de l'ouvrage de M. Vuillemin, sur le), séance du 18 mars, pages 301 et 326.

Pendant le mois de mars la Société a reçu :

De M. de Serres, membre de la Société, un exemplaire de son *Mémoire sur les chemins de fer d'intérêt local.* (Ouvrage en allemand.)

De M. J.-A. Vérard de Saint-Anne, un exemplaire de son projet de *Chemin de fer d'Angleterre en France.*

De MM. Ducher et C^ie^, libraires-éditeurs, un exemplaire de l'ouvrage *Assainissement des égouts et des habitations*, par M. Eugène Miolat.

De M. Capacci, membre de la Société, un exemplaire de son *Rapport sur la Classe* 50 *à l'Exposition de* 1878, et un exemplaire d'une note sur les *Fours à gaz.* (Ouvrages en italien.)

De M. Piarron de Mondésir, membre de la Société, une note sur *l'Oxygène, l'Hydrogène, l'Azote, l'Air et l'Eau*, et quelques exemplaires de sa brochure sur la *Chaleur spécifique des gaz.* (Extrait du Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences. (Clermont-Ferrand, 1876.)

De M. A. Renouard, un exemplaire de son *Etude sur le travail mécanique du peignage du lin dans les machines de construction française.*

De M. Vandenpeereboom, membre de la Société, un exemplaire de sa brochure : *Un mot sur l'extension des transports aériens.*

Les Membres nouvellement admis sont :

Comme membres honoraires :

MM. Betocchi (le commandeur), présenté par MM. Gottschalk, Richard et Trélat.
Burg (le baron de), présenté par MM. Desgrange, Gottschalk et Trélat.

Comme membres sociétaires :

MM.	Baudry,	présenté par MM.	J. Armengaud jeune, Boutmy et Brüll.
	Bengel,	—	Cornuault, Jordan et Mathieu.
	Chambard,	—	Cahen, Delaporte et Lecocq.
	Desarces,	—	Delaporte, Douau et Lecocq.
	Drost,	—	Arbel, Hignette et Ronna.
	Durand,	—	J. Armengaud jeune, Cotard et Simon.
	Gallois,	—	Durocher, Germon et Hallopeau.

MM. Jean (Paul), présenté par MM. Faure-Beaulieu, Peligot et Philippon.
Kaindler, — Carimantrand, Mallet et Marché.
Kessler, — Dollot, Ermel et Wurgler.
Paraf-Javal, — Brüll, Lecocq et Vanderheyme.
Pierret, — Carimantrand, Mallet et Marché.
Soupey, — Gottschalk, Letalle et Mallet.
Videt, — Barbe, Cerbelaud et Schmidt.

Comme membres associés :

MM. Bapterosses, présenté par MM. Mathieu, Peligot et Tresca.
Hubner, — Gottschalk, Mallet et Mathieu.
Jeunet, — Gavand, Kœchlin et Tridon.
Mallard, — Carimantrand, Mallet et Marché.

SUR LE RÔLE

DES NOMBRES HARMONIQUES

EN MÉCANIQUE.

PAR M. **PIARRON DE MONDESIR.**

L'article 7 de nos Statuts, porte : « Que dans les six mois qui suivront son admission, tout membre doit adresser au Secrétariat de « la Société, soit un mémoire sur une question industrielle et scientifique, soit une notice détaillée sur des travaux exécutés. »

Ayant l'honneur de faire partie de la Société depuis plus de dix-huit mois, et ne voulant pas rester plus longtemps en contravention, je viens vous soumettre une étude philosophico-scientifique. C'est une innovation dont vous ferez du reste le cas qu'il vous plaira, étant donné, que je passe depuis longtemps déjà dans le monde savant, *pour un novateur dangereux.*

Je me propose de faire ressortir ici l'influence des nombres harmoniques dans la science en général et en particulier dans la Mécanique.

Je dois vous déclarer tout d'abord que pour moi la Mécanique est la science universelle.

Elle comprend l'Astronomie, cette branche si importante à laquelle Laplace a donné le nom de Céleste, et qu'il a si magnifiquement développée dans son immortel ouvrage.

Elle comprend la Dynamique, qui n'était qu'un chaos scientifique, avant le grand principe de d'Alembert, et qui depuis a été savamment approfondie par Lagrange et Poisson.

Elle comprend la Physique, cette science si riche et si avancée au point de vue expérimental, si pauvre et si reculée au point de vue théorique.

Elle comprend la Thermo-Dynamique, cette science de nouvelle

création, dont le champ restreint se borne à la transformation de la chaleur en travail et réciproquement.

Elle comprend la Chimie, par la raison que les réactions chimiques ne sont en réalité que des actions mécaniques moléculaires, que l'expérience n'a pu rendre tangibles jusqu'à présent, mais que la théorie peut expliquer.

Elle comprendra même un jour la Médecine, quand cet art sera parvenu à revêtir un caractère scientifique.

Après cette profession de foi, d'un vieux Mécanicien convaincu, je dois vous expliquer maintenant ce que j'entends par un nombre harmonique.

Les nombres que je désigne sous cette dénomination, sont ceux qui sont compris dans l'expression générale :

$$2^{\alpha}.\ 3^{\beta}.\ 5^{\gamma};$$

α, β et γ étant des exposants entiers; positifs, nuls ou négatifs.

Vous voyez de suite que le nombre harmonique sera entier, si aucun des exposants n'est négatif, et qu'il sera fractionnaire, dans ce cas seulement.

Je joins ici une table des nombres harmoniques entiers, depuis 1 jusqu'à 120 000.

TABLE DES NOMBRES HARMONIQUES ENTIERS DEPUIS 1 JUSQU'A 120 000.

1	2	3	4	5	9	8	9	10	12
15	16	18	20	24	25	27	30	32	36
40	45	48	50	54	60	64	72	75	80
81	90	96	100	108	120	125	128	135	144
150	160	162	180	192	200	216	225	240	243
250	256	270	288	300	320	324	360	375	384
400	405	432	450	480	486	500	512	540	576
600	625	640	648	675	720	729	750	768	800
810	864	900	960	972	1 000	1 024	1 080	1 125	1 152
1 200	1 215	1 250	1 280	1 296	1 350	1 440	1 458	1 500	1 536
1 600	1 620	1 728	1 800	1 875	1 920	1 944	2 000	2 025	2 048
2 160	2 187	2 250	2 304	2 400	2 430	2 500	2 560	2 592	2 700
2 880	2 916	3 000	3 072	3 125	3 200	3 240	3 375	3 456	3 600
3 645	3 750	3 840	3 888	4 000	4 050	4 096	4 320	4 374	4 500
4 608	4 800	4 860	5 000	5 120	5 184	5 400	5 625	5 760	5 832
6 000	6 075	6 144	6 250	6 400	6 480	6 561	6 750	6 912	7 200
7 290	7 500	7 680	7 776	8 000	8 100	8 192	8 640	8 748	9 000
9 216	9 375	9 600	9 720	10 000	10 125	10 240	10 368	10 800	10 935
11 250	11 520	11 664	12 000	12 150	12 288	12 500	12 800	12 960	13 122
13 500	13 824	14 400	14 580	15 000	15 360	15 552	15 625	16 000	16 200
16 384	16 875	17 280	17 496	18 000	18 225	18 432	18 750	19 200	19 440
19 683	20 000	20 250	20 480	20 736	21 600	21 870	22 500	23 040	23 328
24 000	24 300	24 576	25 000	25 600	25 920	26 244	27 000	27 648	28 125
28 800	29 160	30 000	30 375	30 720	31 104	31 250	32 000	32 400	32 768
32 805	33 750	34 560	34 992	36 000	36 450	36 864	37 500	38 400	38 880
39 366	40 000	40 500	40 960	41 472	43 200	43 740	45 000	46 080	46 656
46 875	48 000	48 600	49 152	50 000	50 625	51 200	51 840	52 488	54 000
54 675	55 296	56 250	57 600	58 320	59 049	60 000	60 750	61 440	62 208
62 500	64 000	64 800	65 536	65 610	67 500	69 120	69 984	72 000	72 900
73 728	75 000	76 800	77 760	78 125	78 732	80 000	81 000	81 920	82 944
84 375	86 400	87 480	90 000	91 125	92 160	93 312	93 750	96 000	97 200
98 304	98 415	100 000	101 250	102 400	103 680	104 976	108 000	109 350	110 592
112 500	115 200	116 640	118 098	120 000					

Je crois inutile de vous en donner lecture; je me borne à vous dire que le nombre des harmoniques compris dans ces limites est de **435**.

Les lois de la Mécanique ne sont autres que les lois naturelles qui s'expriment *toujours simplement*. C'est ce grand principe qui a inspiré l'illustre Gay-Lussac, quand il a proclamé le premier les rapports simples des combinaisons gazeuses. Quand un rapport numérique est présenté comme l'expression d'une loi naturelle, il répugne à mon esprit d'admettre que ce rapport puisse être un nombre quelconque renfermé entre certaines limites indiquées par l'expérience. La philosophie me dit que ce rapport doit pouvoir s'exprimer par un chiffre simple, quoique pouvant être très grand, c'est-à-dire par un chiffre pouvant être décomposé en facteurs simples.

Or les facteurs les plus simples sont les trois nombres 2, 3 et 5, que

nous rencontrons constamment dans l'étude des phénomènes de la nature, que nous rencontrons *exclusivement* dans l'échelle des sons musicaux, et qui sont les trois harmoniques simples dont la combinaison constitue un harmonique quelconque compris dans la formule générale :

$$2^{\alpha} . 3^{\beta} . 5^{\gamma} .$$

L'Acoustique est certainement la branche de la physique la mieux connue théoriquement. On est parvenu depuis longtemps à chiffrer la hauteur des sons par le nombre correspondant de vibrations par seconde. Parmi ces sons, ceux qui flattent agréablement l'oreille humaine sont exclusivement compris dans la catégorie des sons musicaux. Or tous les sons musicaux *sans exception* peuvent s'exprimer par des nombres harmoniques.

Ils forment, en effet, trois échelles principales.

1° Celle de l'accord parfait peut se chiffrer ainsi :

ut — *mi* — *sol* — *ut*
4 — 5 — 6 — 8 .

2° Celle de la gamme diatonique, qui ne comprend que les tons et demi-tons naturels, peut se chiffrer ainsi :

ut — *ré* — *mi* — *fa* — *sol* — *la* — *si* — *ut*
24 — 27 — 30 — 32 — 36 — 40 — 45 — 48 .

3° Celle de la gamme chromatique, qui comprend, indépendamment des tons et demi-tons naturels, tous les demi-tons supplémentaires qu'on obtient au moyen des dièses et des bémols, peut aussi se chiffrer par des nombres harmoniques. En effet, on sait que pour diéser une note il faut la multiplier par $\frac{25}{24}$, de même pour la bémoliser on la multiplie par $\frac{24}{25}$. Or le rapport $\frac{24}{25}$ étant harmonique, on reconnaît ainsi que tous les sons musicaux, sans aucune exception, peuvent se chiffrer par des nombres harmoniques, et même par des harmoniques entiers, comme on peut le voir du reste dans le tableau ci-après, que je crois devoir vous présenter ici, parce qu'il n'existe probablement dans aucun ouvrage.

TABLEAU DE TOUS LES SONS MUSICAUX

AVEC LE NOMBRE PROPORTIONNEL DE VIBRATIONS CORRESPONDANTES

ut	14400	$2^6 . 3^2 . 5^2$.
ut♯	15000	$2^3 . 3^1 . 5^4$.
ré♭	15552	$2^6 . 3^5 . 5^0$.
ré	16200	$2^3 . 3^4 . 5^2$.
ré♯	16875	$2^0 . 3^3 . 5^4$.
mi♭	17280	$2^7 . 3^3 . 5^1$.
mi	18000	$2^4 . 3^2 . 5^3$.
fa♭	18432	$2^{11} . 3^2 . 5^0$.
mi♯	18750	$2^1 . 3^1 . 5^5$.
fa	19200	$2^8 . 3^1 . 5^2$.
fa♯	20000	$2^5 . 3^0 . 5^4$.
sol♭	20736	$2^8 . 3^4 . 5^0$.
sol	21600	$2^5 . 3^3 . 5^2$.
sol♯	22500	$2^2 . 3^2 . 5^4$.
la♭	23040	$2^9 . 3^2 . 5^1$.
la	24000	$2^6 . 3^1 . 5^3$.
la♯	25000	$2^3 . 3^0 . 5^5$.
si♭	25920	$2^6 . 3^4 . 5^1$.
si	27000	$2^3 . 3^3 . 5^3$.
ut♭	27648	$2^{10} . 3^3 . 5^0$.
si♯	28125	$2^0 . 3^2 . 5^5$.
ut	28800	$2^7 . 3^2 . 5^2$.

Voici donc un premier exemple tiré de l'acoustique, et qui est tout à fait en faveur des nombres harmoniques.

Je voudrais pouvoir invoquer ici les couleurs que les grands artistes savent si bien associer pour charmer nos yeux, et en tirer un second exemple.

Malheureusement la connaissance des couleurs n'est pas à beaucoup près aussi avancée que celle des sons. On n'est pas encore parvenu à chiffrer la sensation que notre œil éprouve, sous l'influence de telle ou telle couleur, sensation, qui, suivant toute probabilité, est une vibration particulière de l'organe de la vue.

Peut-être quelqu'un m'objectera-t-il que la question des couleurs n'est pas à citer en faveur de l'idée harmonique, par la raison que la lumière blanche, en passant à travers le prisme, se divise en sept couleurs différentes, suivant le fameux vers :

Violet, indigo, bleu, vert, jaune, orangé, rouge.

Or, le nombre sept n'est pas harmonique.

Cette objection pourrait paraître sérieuse, si elle ne reposait sur d'anciennes idées, dont les savants modernes, et notamment M. Chevreuil, leur illustre doyen, ont déjà fait justice.

Il est admis aujourd'hui qu'il n'y a que trois couleurs primitives : le bleu, le jaune et le rouge, qui forment, pour ainsi dire, l'accord parfait lumineux, comme les trois sons musicaux : *ut*, *mi*, *sol*, forment l'accord parfait acoustique.

C'est en partant de ces trois divisions principales que M. Chevreuil a établi un système très ingénieux présentant des analogies avec les gammes musicales. C'est un grand progrès réalisé dans cette branche importante de la physique; mais, je le répète, le progrès ne sera définitif que le jour où l'on sera parvenu à chiffrer les couleurs.

Ma conviction intime est que ces chiffres seront harmoniques, parce que l'harmonie, déjà constatée dans les sons musicaux, doit exister aussi dans les couleurs. De même que notre oreille sait parfaitement distinguer dans un concert les sons justes et les sons faux, de même notre œil, en se fixant sur un tableau, sait parfaitement faire la part des couleurs franches et harmonieuses, et celle des couleurs criardes. Or si les sons justes sont exclusivement représentés par des rapports harmoniques, pourquoi n'en serait-il pas de même des couleurs qui flattent agréablement la vue?

Ouvrons maintenant un traité de chimie, et examinons les diverses formules atomiques qui nous indiquent, au moyen d'exposants conventionnels, les éléments constitutifs d'un corps composé.

Que remarquerons-nous? Sauf de très rares exceptions, nous ne trouverons dans les exposants que les trois facteurs premiers : **2, 3 et 5.**

On ne saurait donc mettre en doute le rôle capital des nombres harmoniques en chimie.

Il en est de même en géométrie.

Considérons d'abord les polygones réguliers : ils sont en nombre infini et peuvent tous être inscrits dans le cercle. Mais quels sont ceux qu'il est possible d'y inscrire par des procédés purement géométriques, c'est-à-dire avec l'aide de la règle et du compas? Ce sont :

1° Les polygones réguliers de. 4, 8, 16. . . 2^n côtés;
2° Ceux de. . . . . 3, 6, 12. . . 3.2^n —
3° Ceux de. . . . . 5, 10, 20. . . 5.2^n —
4° Ceux de. . . . . 15, 30, 60. . . $3.5.2^n$ —

Nous ne rencontrons ici que des nombres harmoniques.

Considérons maintenant les polyèdres réguliers dont le nombre est limité à cinq.

Ce sont :

1° Le tétraèdre avec quatre faces triangulaires, six arêtes, quatre sommets;

2° Le cube avec six faces carrées, douze arêtes, huit sommets;

3° L'octaèdre avec huit faces triangulaires, douze arêtes, six sommets;

4° Le dodécaèdre avec douze faces pentagonales, trente arêtes, vingt sommets;

5° L'icosaèdre avec vingt faces triangulaires, trente arêtes, douze sommets.

Nous ne voyons apparaître ici que des nombres harmoniques.

Si de la géométrique nous passons à l'algèbre, nous allons rencontrer une exception apparente à la règle harmonique.

La résolution des équations générales des quatre premiers degrés est un résultat acquis à la science depuis longtemps. Mais celle du cinquième degré est un problème reconnu aujourd'hui comme impossible. De savants géomètres, tels qu'Abel et Wantzell, qui sont morts à la peine, et dont les noms honorent la Suède et la France, sont même parvenus à démontrer qu'il était impossible de formuler une racine de l'équation générale du cinquième degré, *avec les signes actuels de l'algèbre.*

C'est un véritable arrêt de mort contre la formule harmonique, puisque le nombre cinq est l'un des trois harmoniques élémentaires.

Toutefois cet arrêt n'est point sans appel, non pas qu'on puisse contester l'exactitude de l'analyse des savants dont je viens de citer

les noms; mais par la raison qu'il est possible d'exprimer algébriquement les racines des équations générales des deuxième, troisième, quatrième et cinquième degrés, avec l'aide d'un *signe complémentaire.*

Une telle discussion ne serait point ici à sa place, et je renvoie ceux d'entre vous qui désireraient s'éclairer à ce sujet, au compte rendu du congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences, tenu au Havre en 1877.

Je me borne à répéter ici que l'anomalie harmonique existant actuellement en algèbre n'est qu'apparente, et qu'elle disparaîtra un jour avec l'adoption de ce nouveau signe.

Je voudrais pouvoir vous citer d'autres exemples empruntés à la botanique et à l'histoire naturelle; mais, vu mon érudition fort incomplète en ces matières, je dois me borner aux observations qui précèdent.

Elles suffisent pour nous faire comprendre d'avance que les nombres harmoniques doivent jouer un rôle capital dans l'expression des grandes lois naturelles, et qu'ils peuvent nous donner des indications précieuses pour la discussion des résultats plus ou moins approximatifs donnés par l'expérience.

Je vais maintenant, si vous voulez bien me suivre, faire quelques applications de l'idée harmonique dans le domaine de la Mécanique.

Comme premier exemple, je choisirai le coefficient α de la dilatation des gaz.

Cette fraction α qui représente l'accroissement de l'unité de volume d'un gaz, soumis à une pression quelconque, quand on porte sa température de 0 à 1 degré centigrade, est l'expression numérique d'une grande loi naturelle découverte par l'illustre Gay-Lussac.

La fraction est petite; mais si le dénominateur n'est pas un nombre simple, dans la stricte acception du mot, l'application de l'idée harmonique me donne à croire que ce dénominateur doit être composé de facteurs simples, c'est-à-dire qu'il doit être harmonique.

Je consulte les expériences et je constate :

1° Que Gay-Lussac a trouvé. . . . . $\frac{1}{\alpha} = 267$;

2° Que Regnault a trouvé. . . . . $\frac{1}{\alpha} = 273$.

Aucun de ces deux nombres n'est harmonique.

Ma table m'indique que l'harmonique le plus voisin est le nombre :

$$270 = 2.3^3.5,$$

et, chose remarquable, cet harmonique est précisément la moyenne des résultats obtenus par ces deux grands savants de l'ordre expérimental.

J'en conclus, sans hésiter, que la véritable valeur de $\frac{1}{x}$ est l'harmonique 270.

Je prévois que beaucoup de personnes ne partageront pas un avis aussi tranché, mais je ne m'en formaliserai nullement.

Pour second exemple, je vais considérer le rapport entre les densités de l'oxygène et de l'hydrogène, qui par leur association, dans la proportion simple de deux volumes d'hydrogène et d'un volume d'oxygène, forment les éléments constitutifs de l'eau et de la vapeur d'eau.

Le rapport entre les densités expérimentales de ces deux gaz, trouvées par Regnault, celle de l'air étant prise pour unité, est :

$$\frac{1.105\,63}{0.069\,26} = 15.963\ldots$$

Ce rapport n'étant point harmonique, et l'harmonique le plus voisin étant 16, j'en conclus que l'oxygène pèse exactement 16 fois plus que l'hydrogène, sous volume égal, sous la même pression et à la même température.

Cette première conclusion en entraîne une autre : à savoir qu'un kilogramme d'eau ou de vapeur d'eau contient $\frac{8}{9}$ de kilogramme d'oxygène et $\frac{1}{9}$ de kilogramme d'hydrogène.

Ici, Messieurs, nous serons tous d'accord; car ces proportions sont admises aujourd'hui par le monde savant et par tous les ingénieurs.

Comme troisième application de l'idée harmonique, je prendrai, ce qu'on est convenu de nommer la chaleur latente de vaporisation de l'eau; en attendant une autre dénomination empruntée à la Mécanique.

Un grand nombre de physiciens se sont occupés de cette importante question.

Watt donne : 527 calories; Southern, 530; Dulong, 543; Clement-Desormes, 550; Rumfort, 557.

La moyenne de ces cinq résultats est 541.40, et le résultat de notre illustre compatriote Dulong est celui qui s'en rapproche le plus.

Je cherche dans ma table l'harmonique le plus voisin de cette moyenne, c'est le nombre :

$$540 = \frac{2}{\alpha}.$$

C'est un résultat très remarquable et qui doit vous faire entrevoir que l'application de l'idée harmonique en Mécanique n'est pas une chimère.

Il y a une dizaine d'années, j'eus l'avantage de me rencontrer avec Eugène Flachat, et de m'entretenir avec lui de questions de mécanique. Je lui citai alors cette valeur de $\frac{2}{\alpha}$ comme l'expression de la chaleur latente de vaporisation de l'eau.

Il la trouva très remarquable et me dit : « Elle doit être vraie, parce qu'elle est très simple, et que les lois naturelles s'expriment toujours simplement. »

J'ai cru devoir, Messieurs, vous rappeler ici l'opinion émise par un grand ingénieur, dont la Société a si justement honoré la mémoire, en plaçant son buste dans la salle de ses séances.

Je vais maintenant attirer votre attention sur la quantité de chaleur qui se produit dans la combustion de l'hydrogène et de l'oxygène.

Nous savons, d'après l'expérience, que quand on fait passer l'étincelle électrique dans un mélange gazeux composé de 8 kilogrammes d'oxygène et de 1 kilogramme d'hydrogène, il y a combustion, suivant le terme adopté par les chimistes, production de 9 kilogrammes de vapeur d'eau, et dégagement d'une quantité considérable de chaleur, qui, recueillie dans le calorimètre, a été évaluée :

Par Dulong à	34 601	calories.
Et par MM. Fabre et Silbermann à	34 462	—
Moyenne.	34 532	—

Aucun de ces trois nombres n'est harmonique. Ma table me donne pour l'harmonique le plus voisin :

$$34\,560 = 128 \times 270 = \frac{128}{\alpha}.$$

Je fais ainsi ressortir une valeur très remarquable pour l'énorme

quantité de chaleur dont il s'agit, valeur qui d'ailleurs diffère extrêmement peu de la moyenne des expériences faites par des physiciens dont personne ne contestera l'habileté.

Permettez-moi, Messieurs, de rechercher les causes de ce grand développement de chaleur.

J'aurai besoin ici de votre bienveillante attention, car je vais vous exposer des idées entièrement nouvelles.

Voici deux sphères égales que je fais tourner en sens contraire sur une coupe concave. Vous voyez qu'elles se marient, pour ainsi dire, et qu'elles tournent harmoniquement.

En voici maintenant quatre, dont la projection horizontale peut être inscrite dans un carré ou dans un losange. Vous voyez qu'il suffit d'en faire tourner une seule dans un sens quelconque pour obtenir la rotation des trois autres. Les quatre sphères tournent alors harmoniquement, deux dans un sens et deux dans l'autre. Le mouvement se perpétuerait s'il n'était détruit par la résistance de l'air et par le frottement sur la coupe.

Il est essentiel toutefois de remarquer que ce mouvement uniforme et harmonique de quatre sphères égales ne peut subsister qu'avec quatre points de contact, et qu'il sera forcément détruit, si un cinquième point de contact vient à se produire, ou, en d'autres termes, si le losange circonscrit atteint les angles limites de 60 et de 120 degrés.

Or, le mouvement de rotation de quatre sphères constitue une certaine quantité de travail, dont la valeur exprimée en kilogrammètres est :

$$\frac{4 m k^2 \omega^2}{2},$$

m étant la masse d'une sphère, k son rayon de giration et ω sa vitesse angulaire.

Ce mouvement venant à être détruit subitement, par suite de l'apparition du cinquième point de contact, *doit se transformer en chaleur*, conformément au principe fondamental de la théorie mécanique de la chaleur.

Prenons maintenant trois sphères égales et essayons de les faire tourner harmoniquement. La chose est tout simplement impossible, s'il y a trois points de contact.

Si donc l'une des trois sphères est animée d'avance d'un mouvement de rotation, et si elle vient en contact avec deux autres qui ne tournent pas, le mouvement de rotation de la première sphère sera forcément détruit et transformé en chaleur.

Messieurs, ce sont ces expériences rudimentaires de rotation de sphères égales sur une coupe concave, qui m'ont conduit à penser que les chaleurs latentes de fusion et de vaporisation n'étaient autres qu'un travail mécanique invisible dû à la rotation des atomes liquides et gazeux.

Je me base ici sur la théorie atomique généralement admise : à savoir que les corps gazeux sont composés de parties infiniment petites, auxquelles on donne le nom d'atomes, ces atomes ayant le même volume, quel que soit le corps gazeux, et ne différant que par le poids.

Ainsi, par exemple, si l'on désigne par 1 le poids d'un atome d'hydrogène, le poids atomique de l'oxygène sera 16.

Je ne fais que compléter la loi admise pour les atomes gazeux, en leur attribuant la forme d'une sphère ou d'un ellipsoïde de révolution, et en supposant qu'une réunion indéfinie d'atomes peut tourner harmoniquement dans une tranche horizontale, qu'ils appartiennent ou non au même corps gazeux.

La superposition de plusieurs tranches horizontales ne contrarie en rien ce mouvement de rotation, les atomes superposés ne se touchant que par leurs pôles. C'est ainsi qu'une masse gazeuse peut tourner tout entière harmoniquement.

Dans ce grand mouvement harmonique, l'influence de la concavité de ma coupe d'expérience se trouve remplacée par l'attraction universelle qui s'exerce sur les infiniment petits, comme sur les infiniment grands, et toute cause de résistance a disparu, si la masse gazeuse est indéfinie.

Ainsi dans le système que je viens de vous exposer, la chaleur latente ne serait autre qu'un travail mécanique dû à la rotation des atomes.

Plusieurs auteurs ont déjà pensé que les atomes des corps gazeux n'étaient point immobiles, et leur ont attribué des mouvements divers dus à des répulsions mutuelles, à des vibrations, etc. Mais jusqu'à ce jour aucun auteur, à ma connaissance du moins, n'a songé à faire

tourner les atomes harmoniquement sur eux-mêmes. C'est pourtant, il faut en convenir, l'hypothèse la plus simple.

Les expériences modestes que je viens de faire devant vous et la théorie atomique que je viens de vous soumettre vont maintenant me permettre d'aborder de front l'explication du phénomène du pistolet de Volta, et de la grande production de chaleur qui se manifeste dans la combustion de l'oxygène et de l'hydrogène.

Pour moi le gaz oxygène est le *gaz tournant* par excellence, tandis que le gaz hydrogène ne tourne pas.

Sur quoi, me direz-vous, fondez-vous une opinion aussi tranchée ?

Je réponds que l'hydrogène ne doit pas tourner, par la raison qu'il est impropre à la respiration des êtres animés, ainsi que l'azote. L'oxygène, au contraire, est un agent trop actif pour la respiration, quand il est libre, il doit donc tourner violemment. Il ne devient respirable qu'alors qu'il se trouve associé à une notable quantité d'azote, auquel il communique la majeure partie de son pouvoir rotatif.

Dans ces conditions, si deux atomes d'hydrogène se trouvent en contact avec un atome d'oxygène, nous aurons un système en équilibre instable, que le passage d'une étincelle électrique suffira pour détruire. Le mouvement de rotation de l'oxygène sera nécessairement détruit, comme l'expérience le démontre. L'apparition d'une quantité de chaleur, en rapport avec la quantité de travail mécanique dû à la rotation de l'oxygène, sera la première conséquence du phénomène. La seconde sera un changement capital dans la constitution du mélange gazeux qui se transformera en une masse de vapeur d'eau, laquelle, ramenée à la pression et à la température primitive du mélange gazeux, n'occupera plus que les deux tiers du volume de ce mélange.

Permettez-moi, Messieurs, de m'arrêter ici pour aujourd'hui, et de me borner aux considérations qui précèdent, lesquelles, je le répète, sont à la fois du domaine de la philosophie et de celui de la science pure, et dont vous ferez le cas que vous jugerez convenable.

NOTE

SUR UNE NOUVELLE DISPOSITION

DES APPAREILS DE CHOC ET DE TRACTION

DANS LE MATÉRIEL ROULANT DES CHEMINS DE FER

DESTINÉE A FACILITER LE PASSAGE DES TRAINS DANS LES COURBES

ET A ASSURER LE CONTACT PERMANENT DES TAMPONS (Système Chevalier et Rey)

PAR M. L. REY.

DESCRIPTION GÉNÉRALE DU SYSTÈME.

La disposition des appareils de choc et de traction qui fait l'objet de cette note, se distingue de celles qui ont été appliquées, jusqu'à présent, au matériel roulant des chemins de fer par l'interposition, entre le ressort de choc et le ressort de traction, d'un balancier supportant à ses extrémités la tension initiale du ressort de choc, et la reportant, en son milieu, sur la partie postérieure de la chape du ressort de traction. Les chapes des deux ressorts sont, en outre, articulées sur un axe commun qui reçoit en même temps l'extrémité de la tige de traction.

Il résulte de cette disposition que les tampons pourront rentrer dans leurs guides extérieurs ou en sortir de la quantité correspondante au rayon de la courbe dans laquelle le train se trouve engagé. Pour effectuer ce mouvement, les tampons auront à vaincre la résistance produite par le frottement du balancier sur le dos de la chape du ressort de traction et celui de la chape du ressort de choc sur le boulon d'articulation. On pourra faire varier cette résistance en modifiant la tension initiale du ressort de choc ou le rayon de la surface cylindrique sur laquelle repose le balancier. La résistance à obtenir ainsi devra être réglée de manière que les tampons opposent un obstacle

suffisant au mouvement de lacet des véhicules dans les parties droites de la ligne.

Les tiges des tampons se trouvant conjuguées deux à deux seront obligées de suivre les mouvements du balancier, de sorte que l'une d'elles s'enfoncera sensiblement de la quantité dont l'autre sortira de son guide extérieur, et les tampons de deux véhicules consécutifs seront toujours en contact, aussi bien en ligne droite qu'en ligne courbe.

L'extrémité de la tige de traction étant articulée sur le boulon commun aux deux chapes des ressorts de choc et de traction, il s'ensuit que toute perte de flèche de ce dernier ressort sous l'effort de traction de la locomotive entraînera, d'une quantité correspondante, l'ensemble du balancier et du ressort de choc, de sorte que la saillie des tampons, sous l'action de cet effort, sera précisément égale à celle du crochet de traction.

Le contact des tampons sera donc permanent, quel que soit l'effort exercé par la locomotive sur le ressort de traction.

En conséquence, la disposition proposée permettra d'obtenir, au moyen de l'adjonction d'un simple balancier, le contact permanent des tampons des véhicules composant un train, quel que soit le tracé de la ligne parcourue et l'effort de traction exercé par la machine, tout en conservant aux tampons leur efficacité contre le mouvement de lacet dans le parcours en ligne droite, et sans occasionner de résistances exagérées au passage dans les courbes.

La disposition représentée (pl. 21) s'applique à un matériel pour voie de 1 mètre, et les différents éléments sont indiqués par les lettres suivantes :

A. Tige de traction;
B. Chape du ressort de traction;
C. Chape du ressort de choc;
D. Ressort de traction;
E. Ressort de choc;
H. Balancier reposant sur la chape B;
I, I. Tiges de tampons traversant les extrémités du balancier H;
J, J. Guides extérieurs des tiges de tampons I, I;
K. Boulon d'articulation commun aux deux chapes B et C, et à la tige de traction A;

L. Clavette fixée sur la tige de traction A, servant à régler la tension initiale du ressort de traction D, et à recevoir la réaction des efforts transmis au ressort de choc E par les tiges de tampons I, I.

RELATIONS ENTRE LES DIFFÉRENTS ÉLÉMENTS DU SYSTÈME.

I

Moment de résistance du système à l'enfoncement d'un tampon.

Si nous appelons (fig. 1, pl. 21) :

P, l'effort à vaincre par chacun des tampons alternativement;
$2Q_0$, la tension initiale du ressort de choc;
2L, l'écartement des tampons;
R, le rayon de la surface de contact du balancier sur la chape;
r, le rayon du boulon d'articulation;
f, le coefficient de frottement de fer sur fer;

Nous aurons, en prenant les moments autour de l'axe du boulon d'articulation :

$$M = PL = 2Q_0 \times f \times R + 2Q_0 \times f \times r = \\ = 2Q_0 \times f \times (R + r) \qquad (1).$$

Cette expression fait voir que la valeur du moment M est indépendante de l'écartement 2L des tampons. On pourra ainsi prendre pour la valeur de 2L celle qui s'accordera le mieux avec les exigences de construction du matériel; cependant nous verrons plus loin, par d'autres considérations, qu'il y a intérêt à prendre cet écartement le plus grand possible. La valeur de l'effort P sera donnée par l'équation (1), d'où l'on tire :

$$P = \frac{2Q_0 \times f \times (R+r)}{L}.$$

P sera donc d'autant plus grand que L sera plus petit.

L'expression (1) fait voir, en outre, que l'on a à sa disposition deux éléments pour faire varier M ; la tension initiale du ressort de choc $2Q_0$, et la somme des rayons $R+r$. Plus chacune de ces deux quantités sera grande, plus la résistance à vaincre par les tampons sera considérable.

II

Enfoncement d'un tampon.

L'amplitude de l'oscillation du balancier devra être telle, que dans une courbe le tampon intérieur puisse s'enfoncer de la quantité correspondant au plus petit rayon de courbure admis sur la ligne.

Si nous appelons :

c, l'enfoncement du tampon intérieur à la courbe;
$2A$, la longueur du véhicule y compris les tampons;
ρ, le rayon de la courbe;

Nous aurons (fig. 2), en supposant que les tampons restent parallèles et que le contact ait lieu au point d'intersection des axes de leurs tiges :

$$\frac{ab}{eh} = \frac{bd}{oh},$$

d'où l'on tire :

$$ab = \frac{eh \times bd}{oh} = \frac{eh \times bd}{\rho - hm}.$$

Mais hm est toujours très petit par rapport à ρ, et l'on peut le négliger devant cette quantité. ab représente le double de l'enfoncement c du tampon intérieur; car on verra plus loin que le tampon extérieur sort sensiblement de la même quantité dont rentre le tampon intérieur. De plus, $eh = A$, et $bd = 2L$. Donc :

$$2c = \frac{A \times 2L}{\rho}, \text{ d'où : } c = \frac{AL}{\rho} \qquad (2).$$

III

Inclinaison du balancier.

Il faut que le balancier puisse prendre une inclinaison correspondant à l'enfoncement c que nous venons de déterminer. Or cette inclinaison dépend non seulement de la course c du tampon, mais aussi de la position du centre d'oscillation de l'ensemble du ressort et du balancier.

Si dans la figure 3 nous appelons :

α, l'angle que fait avec l'axe du véhicule la ligne joignant le centre d'oscillation au point d'articulation de la tige de tampon sur le balancier ;

β, l'angle dont aura tourné l'ensemble du ressort et du balancier lorsque le tampon aura parcouru la course c ;

r', le rayon oh, dont la valeur est : $r' = \frac{L}{\sin \alpha}$;

nous aurons, en supposant que les tiges des tampons restent parallèles entre elles :

$$c = ab = ob - oa = r' [\cos (\alpha - \beta) - \cos \alpha].$$

Développant et ordonnant par rapport à $\sin \beta$, on obtient :

$$\sin^2 \beta - 2 . \sin \alpha \left(\frac{c}{r'} + \cos \alpha\right) \sin \beta + \left(\frac{c}{r'} + \cos \alpha\right)^2 - \cos^2 \alpha = 0,$$

d'où :

$$\sin \beta = \sin \alpha \left(\frac{c}{r'} + \cos \alpha\right) \pm$$

$$\pm \sqrt{\sin^2 \alpha \left(\frac{c}{r'} + \cos \alpha\right)^2 - \left(\frac{c}{r'} + \cos \alpha\right)^2 + \cos^2 \alpha} =$$

$$= \sin \alpha \left(\frac{c}{r'} + \cos \alpha\right) \pm \cos \alpha \sqrt{\sin^2 \alpha - \frac{2c}{r'} \cos \alpha - \frac{c^2}{r'^2}}.$$

La discussion de cette valeur montre que le radical doit être précédé du signe — .

Remplaçant r' par $\frac{L}{\sin \alpha}$, on a finalement :

$$\sin \beta = \sin \alpha \left\{ \frac{c}{L} \sin \alpha + \cos \alpha \left[1 - \sqrt{1 - \frac{c}{L}\left(\frac{2}{\operatorname{tg} \alpha} + \frac{c}{L}\right)} \right] \right\} (3).$$

Si dans cette formule on fait $\alpha = 90°$, on a $\cos \alpha = 0$ et $\sin \alpha = 1$; d'où :

$$\sin \beta = \frac{c}{L}.$$

D'un autre côté, l'inspection de la figure montre que pour avoir une course donnée c, il faut que l'on ait :

$$r' (1 - \cos \alpha) \geqq c,$$

donc à la limite :

$$r' (1 - \cos \alpha) = c,$$

ou :

$$c = L \cdot \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}.$$

Dans ce cas, la figure montre que $\beta = \alpha$.

Cette relation donne la plus petite valeur de α compatible avec la course c ; cette même valeur, tirée de la relation précédente, est :

$$\sin \alpha = \frac{2cL}{L^2 + c^2},$$

qui est également la valeur de $\sin \beta$.

Remarque I. — De la relation $c = L \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$, on tire très facilement la valeur de l'angle α en se servant de l'angle $\frac{\alpha}{2}$, car cette relation donne :

$$c = L \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2},$$

d'où :

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{c}{L}.$$

Remarque II. — Pour que le radical $\sqrt{1 - \frac{c}{L}\left(\frac{2}{\operatorname{tg} \alpha} + \frac{c}{L}\right)}$ soit réel, il faut que

$$\frac{c}{L}\left(\frac{2}{\operatorname{tg} \alpha} + \frac{c}{L}\right) < 1,$$

ou : $$\operatorname{tg}\alpha > \frac{2cL}{L^2 - c^2};$$

ce qui conduit à :

$$\sin\alpha > \frac{2cL}{L^2 + c^2}.$$

Condition équivalente à celle que nous avons trouvée ci-dessus, et qui donne pour l'angle α la valeur minimum.

Ainsi la valeur de $\sin\beta$ varie entre $\frac{c}{L}$ et $\frac{2cL}{L^2+c^2}$, c'est-à-dire presque du simple au double. Car si l'on représente par m le rapport $\frac{c}{L}$, on voit que $\sin\beta$ varie entre m et $\frac{2m}{1+m^2}$; or m est assez faible, m^2 est petit devant l'unité, donc $\sin\beta$ varie à peu près de m à $2m$.

Supposons que l'on ait :

$$c = 0{,}050 \text{ et } L = 0{,}600,$$

on aura pour les valeurs suivantes de α :

$\alpha = 90°$	$\beta = 4°\,47' = 287'$
$70°$	$4°\,51' = 291'$
$60°$	$4°\,54' = 294'$
$50°$	$4°\,58' = 298'$
$45°$	$5°\,00' = 300'$

La valeur limite correspondant à $c = L \cdot \frac{1-\cos\alpha}{\sin\alpha}$ est :

$$\alpha = \beta = 9°\,32' = 572'$$

valeur que l'on tire de $\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2} = \frac{c}{L}$.

On voit donc qu'au point de vue de l'amplitude des oscillations de l'ensemble du ressort et du balancier, il y a intérêt à prendre α le plus rapproché possible de 90°, mais que cependant β augmente peu rapidement à mesure que α diminue. Ainsi dans l'exemple choisi, β n'augmente que de 4′ quand α passe de 90° à 70°, et de 7′ quand α passe de 90° à 60°.

On voit aussi que pour diminuer la valeur de $\sin\beta$, il y a intérêt à prendre L le plus grand possible.

IV

Inégalité de course des deux tampons.

Lorsque le tampon intérieur à la courbe rentrera d'une quantité c, le tampon extérieur sortira d'une quantité c'. Ces deux quantités sont respectivement égales à $c = ab$ et $c' = ad$ (fig. 3), en supposant que les tiges restent parallèles entre elles.

On voit, par la simple inspection de la figure, que c' sera toujours plus grand que c, puisque les arcs parcourus sont égaux, mais que l'arc correspondant à c' est plus rapproché de la perpendiculaire à la direction des tampons que celui correspondant à c. c' sera égal à c pour $\alpha = 90°$.

La différence $\delta = c' - c$ peut se calculer aisément. La figure 3 donne :

$$\delta = c' - c = ad - ab = oa - od - ob + oa = 2\,oa - ob - od =$$
$$= 2r' \cos\alpha - r' \cos(\alpha - \beta) - r' \cos(\alpha + \beta).$$

En développant et remplaçant r' par $\frac{L}{\sin\alpha}$, il vient finalement :

$$\delta = \frac{2\,L\,.\,(1 - \cos\beta)}{\operatorname{tg}\alpha}.$$

Mais l'angle β étant généralement très faible, $\cos\beta$ est voisin de l'unité ; il vaut donc mieux remplacer $1 - \cos\beta$ par $2\sin^2\frac{\beta}{2}$ et écrire :

$$\delta = \frac{4\,L\,.\,\sin^2\frac{\beta}{2}}{\operatorname{tg}\alpha} \qquad (4).$$

Pour $\alpha = 90°$, on aura donc $\delta = 0$.

Si on fait α égal à sa valeur limite, on sait que β devient égal à α, et la relation $\sin\alpha = \frac{2cL}{L^2 + c^2}$, trouvée plus haut, conduit facilement à :

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{2cL}{L^2 - c^2}$$

et . $$\sin^2 \frac{\beta}{2} = \frac{1}{2} - \frac{L^2 - c^2}{2(L^2 + c^2)},$$

d'où : $$\delta = 2c \times \frac{L^2 - c^2}{L^2 + c^2}.$$

En faisant l'application à l'exemple ci-dessus, nous trouverons :

$$\delta = 0^m,098.6.$$

Si nous calculons la valeur de δ pour α égale 60°, angle au-dessous duquel on ne descendra pas en pratique, nous trouverons au moyen de la formule (4) :

$$\delta = \frac{4 \times 0{,}600 \times \sin^2 . 2° 27'}{\text{tg} . 60°} = 0^m,002.5.$$

Ainsi l'on voit que la différence δ, nulle pour $\alpha = 90°$ et égale seulement à $0^m,002.5$ pour $\alpha = 60°$, acquiert une valeur de près de $0^m,100$ pour α égal à l'angle limite, 9° 32′.

Au point de vue de l'égalité de la course des tampons, il y aura donc intérêt à prendre α le plus rapproché possible de 90°.

V

Inclinaison des tiges de tampons.

Pendant le mouvement d'oscillation du balancier, les extrémités extérieures des tiges des tampons, se trouvant guidées, conserveront leur écartement ; mais les extrémités intérieures articulées sur le balancier s'éloigneront ou se rapprocheront de quantités inégales de l'axe du véhicule. Les tiges ne resteront donc parallèles ni entre elles, ni avec l'axe du véhicule.

Quand le tampon intérieur à la courbe s'enfoncera de la quantité c, l'extrémité correspondante du balancier se rapprochera de l'axe du véhicule de la quantité $s = ah - bm$.

Or, on voit sur la figure 3 que :

$$s = ah - bm = r' [\sin \alpha - \sin (\alpha - \beta)] =$$

$$= L \left[1 - \frac{\sin (\alpha - \beta)}{\sin \alpha} \right] =$$

$$= L \left(1 - \cos \beta + \frac{\sin \beta}{\operatorname{tg} \alpha} \right) \qquad (5).$$

L'autre extrémité du balancier s'éloignera de l'axe du véhicule de la quantité $t = dn - ap$. La figure 3 montre aussi que :

$$t = dn - ap = r' [\sin (\alpha + \beta) - \sin \alpha] =$$

$$= L \left[\frac{\sin (\alpha + \beta)}{\sin \alpha} - 1 \right] =$$

$$= L \left(\cos \beta - 1 + \frac{\sin \beta}{\operatorname{tg} \alpha} \right) \qquad (6).$$

La différence entre ces deux quantités sera égale à :

$$\delta' = s - t = L \left(1 - \cos \beta + \frac{\sin \beta}{\operatorname{tg} \alpha} \right) - L \left(\cos \beta - 1 + \frac{\sin \beta}{\operatorname{tg} \alpha} \right) =$$

$$= 2L (1 - \cos \beta),$$

ou en fonction de l'angle $\frac{\beta}{2}$

$$\delta' = 4L \sin^2 \frac{\beta}{2} \qquad (7).$$

Cette expression montre que, pour un écartement donné des tampons 2L, δ' dépend seulement de l'angle β, qui lui-même est fonction de α; mais on a vu que pour des valeurs de α variant entre 90° et 45°, qui comprennent tous les cas possibles de la pratique, β ne varie que de 4° 47′ à 5° 00′. La variation de δ' sera donc très faible.

En faisant dans la formule (7) L = 0,600 comme ci-dessus, on trouvera pour

$\alpha =$	90°	$\delta' =$ 0m,004.2
	60°	0m,004.4
	45°	0m,004.6

Quant à la valeur des déplacements s et t des extrémités des tiges,

elle sera mise en évidence par l'exemple suivant. Prenons comme ci-dessus :

$$L = 0^m,600 \text{ et } c = 0^m,050,$$

avec une valeur de α égale à 70°, nous trouverons :

1° Que le rapprochement vers l'axe du véhicule d'une extrémité du balancier sera :

$$0^m,600 \times \left(1 - \cos 4°51' + \frac{\sin 4°51'}{\text{tg . } 70°}\right) = 0^m,020.6;$$

2° Que l'éloignement du même axe de l'autre extrémité sera :

$$0^m,600 \left(\cos 4°51' - 1 + \frac{\sin 4°51'}{\text{tg } 70°}\right) = 0^m,016.3;$$

3° Que la différence entre ces deux quantités sera :

$$0^m,020.6 - 0^m,016.3 = 0^m,004.3.$$

Cette différence pourra être également calculée au moyen de la formule (7) qui donnera :

$$\delta' = 0^m,004.3,$$

comme ci-dessus.

Ces valeurs $0^m,020$ et $0^m,016$ du rapprochement ou de l'éloignement des extrémités des tiges des tampons réparties sur la longueur desdites tiges ne donneront pas une inclinaison sensible, si la traction est placée au centre du véhicule. En effet, dans l'exemple cité, les tiges des tampons auront au moins 2 mètres de longueur, ce qui donnera une inclinaison maxima de :

$$\frac{0,020}{2.000} = \frac{1}{100} = 0,01.$$

Si la traction était placée aux extrémités du châssis, l'inclinaison pourrait atteindre :

$$\frac{0,020}{0,400} = \frac{1}{20} = 0,05.$$

VI

CONCLUSIONS.

En résumé, on voit :

1° Que si l'écartement 2L des tampons est sans influence sur le moment de résistance qui tend à s'opposer au mouvement de lacet ou au passage dans les courbes, il y a cependant lieu de prendre cet écartement le plus grand possible pour diminuer l'amplitude de l'angle β, mesurant l'inclinaison de la chape du ressort de choc par rapport à l'axe du châssis ;

2° Que le boulon d'articulation doit être le plus rapproché possible de la ligne qui joint les points de contact des extrémités du ressort avec le balancier ; en d'autres termes, que l'angle α doit se rapprocher le plus possible de 90° afin de diminuer l'amplitude de l'angle β, d'obtenir le plus d'égalité possible entre la rentrée d'un tampon et la sortie de l'autre dans le passage des courbes, et enfin de conserver le plus possible le parallélisme des tiges entre elles et avec l'axe du véhicule.

ANALYSE

DE L'OUVRAGE DE M. E. VUILLEMIN

SUR LE

BASSIN HOUILLER DU PAS-DE-CALAIS

PAR M. A. BRÜLL.

Notre collègue, M. E. Vuillemin, ingénieur, administrateur de la Compagnie des mines d'Aniche, président du comité des houillères du Nord et du Pas-de-Calais, vous a présenté, au commencement de 1879, un important ouvrage sur les mines de houille d'Aniche, et vous avez accueilli avec faveur le compte rendu qui vous en a été fait par M. E. Javal.

Aujourd'hui nous vous demandons à notre tour quelques instants d'attention pour vous faire connaître la première partie d'un travail plus considérable encore, dont M. Vuillemin a fait hommage à la Société. C'est le premier volume d'un livre intitulé : *Le bassin houiller du Pas-de-Calais, histoire de la recherche, de la découverte et de l'exploitation de la houille dans ce nouveau bassin*[1], et qui sera composé de trois forts volumes et d'un atlas.

Le sujet offre un puissant intérêt.

Le bassin du Pas-de-Calais, dont la découverte ne remonte qu'à une trentaine d'années, est de beaucoup le plus productif de tous nos bassins houillers. Il a livré en 1880, 4,846,760 tonnes de charbon, soit 14 pour 100 de plus qu'en 1879. On sait aujourd'hui qu'il contient d'immenses richesses capables d'alimenter pendant plus de trois siècles une production quadruple de celle d'aujourd'hui.

Nul mieux que M. E. Vuillemin ne pouvait entreprendre l'histoire complète de ce riche bassin.

L'éminent ingénieur de la compagnie d'Aniche a suivi en effet,

1. Lille, imprimerie Danel, 1880.

depuis le premier jour, la série non interrompue des recherches et des travaux qui ont amené le nouveau district charbonnier, jeune et heureux émule du bassin du Nord, à l'éclatante prospérité qu'il a conquise en peu d'années. Lui-même a concouru plus d'une fois par ses conseils à la naissance, au développement de cette prospérité. Sa situation élevée, les amitiés et les dévouements qui l'entourent, une longue pratique de la statistique, l'ont mis à même de puiser utilement dans les documents publics et particuliers, tous les éléments de cet intéressant tableau.

Il règne sur les mines de charbon bien des idées peu exactes.

Les uns, frappés par la prospérité exceptionnelle de quelques entreprises, pendant les bonnes années de vente, s'imaginent que toute mine est une source de fortune. La compagnie de Lens, par exemple, fondée en 1852, dont le capital social est formé de 3,000 actions, sur chacune desquelles il n'a été versé que 300 francs, distribue 1,000 fr. de dividende pendant chacune des années 1873, 1874 et 1875; le cours des actions s'élève en mars 1875 jusqu'à 44,700 francs; un engouement excessif fait monter à cette époque les actions de tous les charbonnages; les capitalistes s'intéressent à des affaires sans avenir; on fonde des sociétés pour exploiter des gisements à peine utilisables ou d'une existence problématique.

En 1879, le dividende de Lens s'établit à 625 et les actions se négocient de 19,000 à 21,000 francs.

D'autres, au contraire, considérant les énormes dépenses, les sacrifices prolongés qu'ont exigés quelques houillères, sont effrayés des risques que courent les capitaux engagés dans l'industrie des mines. Pour eux, les mines sont des abîmes sans fond où s'engouffre l'argent.

Le livre de M. Vuillemin est bien fait pour redresser ces opinions exagérées. La part du hasard n'est pas aussi grande dans la prospérité des mines qu'on se l'imagine généralement. C'est par un travail intelligent et soutenu qu'on arrive à créer ces puissants établissements qui transforment une contrée, enrichissent leurs propriétaires et concourent puissamment à la prospérité publique. Une entreprise de mine n'est pas une spéculation temporaire, c'est une suite de combinaisons patientes et successives où l'on doit toujours avoir les yeux fixés sur l'avenir. S'il faut au mineur quelque imagination, il lui faut surtout la patience et la sérénité.

L'auteur expose dans son premier volume l'histoire détaillée des mines de l'Escarpelle, de Dourges, de Courrières, de Lens, de Bully-Grenay, de Nœux, de Bruay, de Marles, de Ferfay, d'Auchy-au-Bois et de Fléchinelle.

Pour chacune de ces mines, l'ouvrage fait connaître les sondages qui ont amené la découverte de la mine, la concession qui en a permis l'exploitation, la formation de la Société instituée pour la mettre en valeur, la suite des travaux exécutés et des difficultés surmontées. Il donne la désignation de tous les sondages et de tous les puits, une étude du gisement avec tous les plans et coupes nécessaires, un tableau des couches recoupées; il décrit les chemins de fer et les rivages établis sur les canaux pour l'expédition du charbon. Ensuite vient une statistique de la production, des débouchés et des prix de vente, des salaires, de la production par ouvrier, des dépenses faites pour l'établissement et les développements successifs de la mine, de la constitution financière, de la valeur des actions et des dividendes. Enfin les questions relatives aux maisons d'ouvriers, aux caisses de secours, écoles, églises, caisses d'épargne et institutions diverses sont aussi traitées avec détail.

Cette riche collection de faits, recueillis aux sources authentiques, soumis au contrôle le plus autorisé, rendra plus d'un service à tous ceux, et ils sont nombreux, qui ont intérêt à connaître la vérité sur ces diverses entreprises. Nous y rechercherons surtout les points techniques pouvant intéresser directement des ingénieurs.

En 1845, le bassin houiller du Nord, qui confine au bassin de Mons, concédé sur une surface totale d'environ 546 kilomètres carrés, fournissait près d'un million de tonnes par an. La concession d'Aniche, dont la limite nord-ouest traverse la ville de Douai, était la dernière concession à l'ouest. Déjà cette mine qui avait eu des commencements si laborieux, augmentait sensiblement son extraction de charbon demi-gras.

Or en 1845, notre collègue, M. A. de Bracquemont, directeur des mines de Vicoigne, dans le bassin de Valenciennes, faisait connaître au conseil d'administration de la Compagnie, que dans son opinion, le bassin houiller du Nord ne s'arrêtait pas à Douai et qu'il y avait lieu, dans l'intérêt de la compagnie de Vicoigne, ne possédant que des charbons maigres, de faire des recherches sur le prolongement du

bassin houiller. Ce conseil qui ne fut suivi que plus tard donna lieu à la concession de Nœux.

Déjà d'ailleurs, dès 1835, la compagnie des canonniers de Lille avait établi un sondage près de Flers, à deux kilomètres au nord de l'enceinte de la ville de Douai. Ce sondage avait dû, il est vrai, être abandonné, dans le tourtia par suite d'un accident à la profondeur de 206^{m},43.

De même la Société de Douai et Hasnon avait aussi établi un sondage en 1838 à Auby, à 4 kilomètres au nord-est du périmètre de la ville de Douai, mais, elle aussi, avait abandonné le travail avant pouvoir l'achever.

Enfin l'on sait que dès 1841, madame Declercq désirant se procurer des eaux jaillissantes dans son parc d'Oignies, à 12 kilomètres au nord-ouest de Douai, avait fait exécuter un forage par M. Mulot et qu'elle avait ainsi acquis la connaissance de l'existence du terrain houiller à une profondeur de 170 à 180 mètres. Ce forage avait été poursuivi jusqu'à 400 mètres pour constater la consistance de ce nouveau bassin houiller. Ce travail, entouré de mystère pendant plusieurs années, a donné plus tard naissance à la mine de Dourges.

Quoi qu'il en soit, la proposition faite en 1845 par M. de Bracquemont ne fut pas accueillie de suite par la compagnie de Vicoigne. Mais M. Soyez, l'un des administrateurs de cette compagnie, après s'être démis de ses fonctions, installa le 13 juin 1846 un sondage à l'Escarpelle à 3 kilomètres au nord-est de l'enceinte de Douai, à un demi-kilomètre environ de la bordure de la concession d'Aniche.

Ce sondage atteignit le terrain houiller à 154 mètres, puis traversa deux couches de houille qui furent constatées officiellement par les ingénieurs de l'État les 21 et 26 juin 1847.

Tel est le premier travail où la découverte de la houille au delà de Douai ait été constatée officiellement.

Aujourd'hui dans les onze mines étudiées par M. Vuillemin, il a été creusé ensemble plus de 200 forages et 55 puits; on a tracé de plus une énorme longueur de galeries à travers bancs et en direction. Les allures et la consistance du bassin houiller sont passablement connues.

Le bassin du Nord a son axe dirigé de l'est à l'ouest plongeant légèrement au midi. L'axe se relève nettement vers le nord à partir de Douai et le bassin du Pas-de-Calais, s'allonge à peu près suivant une

ligne E17°S, O17°N, jusqu'à Enquin, à peu près à mi-distance entre Saint-Omer et Saint-Pol. Sa longueur à partir de Douai est d'environ 61 kilomètres, sa largeur entre Douai et Béthune, sur une quarantaine de kilomètres, est de 8 à 12 kilomètres, au delà de Lillers le bassin se rétrécit et à son extrémité ouest, à Fléchinelle, n'a guère plus d'un kilomètre de largeur.

La profondeur du bassin n'est pas connue, mais elle paraît être considérable. Il est formé par une vallée du terrain de transition, qui paraît avoir été comblée par des lits à peu près horizontaux de grès, de schistes et de houille.

Mais ces dépôts ont été modfiés par divers accidents : ils ont pris une inclinaison générale du nord au sud ; on les trouve en dressants et même renversés en plusieurs points de leur longueur, et particulièrement dans les parties étroites du bassin ; ils affectent de fréquentes ondulations, et ont été fendillés et rejetés par de nombreuses cassures.

Il a été reconnu dans ces dernières années, à Auchy-au-Bois, à Liévin et à Bully-Grenay, qu'au sud le terrain houiller était renversé et recouvert par le dévonien. Ainsi, un sondage fait au sud de la concession de Bully-Grenay a trouvé le terrain dévonien de 145 à 407 mètres, et a pénétré ensuite de près de 100 mètres dans le terrain houiller et a recoupé trois couches de houille.

Les dépôts carbonifères ont été de plus recouverts ultérieurement par de puissantes formations de craies, de terrains tertiaires et d'alluvions, de telle sorte que le terrain houiller qui affleure en Belgique jusqu'au delà de Mons, est recouvert, de notre côté de la frontière, d'une épaisseur généralement considérable de morts-terrains, allant jusqu'à 232 mètres.

Ces morts-terrains renferment des couches de craies aquifères dans lesquelles existent des nappes d'eau souterraines abondantes. Il s'y trouve aussi quelquefois des sables mobiles. Pour traverser ces niveaux par les puits d'exploitation, les mineurs rencontrent de grandes difficultés. Il leur faut épuiser des venues d'eau quelquefois énormes. Ainsi la Compagnie de Lens a dû, pour passer le niveau à sa fosse n° 5, installer deux machines d'épuisement développant, à un moment donné, 1,000 chevaux de force et élevant au jour 2,500 mètres cubes d'eau par heure.

Plusieurs compagnies ont aussi creusé des puits à niveau plein par le procédé Kind-Chaudron.

Les dépôts inférieurs, exploités surtout au nord du bassin, renferment des houilles maigres ; au-dessus, se trouvent des houilles demi-grasses contenant plus de matières volatiles, puis un faisceau de houilles grasses ; enfin, vers le midi, des charbons à longues flammes.

Les veines sont généralement minces, leur puissance moyenne est de 0m,50 à 0m,70 ; elle n'atteint 1m,50 et 2 mètres qu'en quelques points privilégiés ; mais elles sont rapprochées l'une de l'autre, car sur 20 mètres d'épaisseur de terrain on trouve moyennement une couche d'environ 0m,70.

Les terrains encaissant les couches sont assez souvent des grès au toit et des schistes au mur. Ces derniers s'altèrent quelquefois par l'action de l'air et de l'humidité.

Les couches présentent de nombreux accidents, des failles avec rejet, des amincissements et des brouillages, des plissements nombreux et de fortes inflexions dans la direction.

Aussi les travaux préparatoires sont généralement considérables ; l'exploitation, pour atteindre des chiffres importants, doit s'étendre à plusieurs couches simultanément, à plusieurs étages et à un grand nombre de chantiers d'abatage.

On est loin de la régularité des immenses plaines de charbon où le mineur anglais ou westphalien développe à plaisir une exploitation régulière.

Il faut, dans le Pas-de-Calais, un art plus raffiné. On est frappé de voir les moyens à la fois ingénieux et puissants que l'on emploie aujourd'hui pour l'exploitation. Un état-major d'ingénieurs instruits et expérimentés travaille sans cesse à les améliorer. Des administrateurs dévoués et exercés aux affaires dirigent ces grandes entreprises.

Mais, malgré ces persévérants efforts, malgré les installations perfectionnées, et bien que la main-d'œuvre soit dans le pays dans d'assez bonnes conditions, le haut prix d'établissement des sièges d'extraction dû principalement au niveau, l'irrégularité des gisements et la tenue souvent médiocre des terrains qui entraîne de fortes dépenses en bois de soutènement et en remblayage, amènent, pour la houille extraite, des prix de revient généralement élevés. Il n'y a plus guère de mine dans le Pas-de-Calais qui n'ait pas un prix de revient de 10 francs au moins par tonne.

Il y a vingt ans, les puits d'extraction fournissaient à peine 200 à 250 tonnes de charbon par jour. Aujourd'hui, les sièges d'extraction

se composent souvent de deux fosses pourvues d'un puissant outillage pour l'extraction, l'aérage et l'épuisement, et livrent par jour 800 tonnes de houille.

Le rendement par ouvrier du fond et du jour a augmenté d'année en année et s'élève aujourd'hui à 160 et 190 tonnes par an dans les usines dont les conditions d'exploitation sont relativement favorables.

Le salaire des ouvriers s'est amélioré peu à peu, et le bassin du Pas-de-Calais emploie aujourd'hui un personnel de 25,000 hommes au salaire moyen de 3 fr. 70. Les mineurs proprement dits gagnent 5 fr. 30 par jour.

Mais ce n'est pas seulement par des salaires élevés qu'on a pu attirer cet énorme personnel, l'intérêt bien entendu des exploitants, comme aussi le désir philantropique d'améliorer la situation des ouvriers les a amenés à construire un très grand nombre de maisons avec jardins, à établir des écoles et des églises, à instituer des caisses de secours et de retraite, des caisses d'épargne et des sociétés coopératives de consommation.

Les capitaux engagés dans les entreprises des mines du Pas-de-Calais sont très considérables. Les onze compagnies dont M. Vuillemin a rapporté l'histoire ont consacré une somme totale de 144,158,296 fr. environ à leurs immobilisations.

Sur ces onze compagnies, huit seulement ont distribué en 1878-79 des intérêts ou des dividendes, et la somme totale répartie entre les actionnaires s'est élevée à 8,728,210 francs, soit 6 pour 100 par an du capital effectivement immobilisé et un peu plus de 2 francs par tonne de charbon fourni.

Le bassin du Pas-de-Calais a produit en 1880, 4,846,760 tonnes de charbon.

Cette production, ajoutée à celle du bassin du Nord pendant la même année, donne un total de 8,493,904 tonnes. C'est à peu près la moitié de la production de la France entière. On espère que d'ici à trois ans, l'extraction annuelle dépassera 10 millions de tonnes.

En 1880, il a été importé de Belgique, d'Angleterre et d'Allemagne, par la frontière du Nord-Est, de Boulogne à Givet, 4,601,339 tonnes.

La consommation de la région alimentée par les houillères du Nord s'élève donc à 13,095,243 tonnes.

Il a été transporté par voitures ou consommé sur place environ 2,800,000 tonnes.

De sorte qu'il a dû être transporté, en 1880, par le chemin de fer du Nord et par les voies navigables du Nord, environ 10,295,243 tonnes.

Le chemin de fer du Nord transporte la houille au prix de 3,5 centimes environ par tonne et par kilomètre. Le tarif est de 7 fr. 40 la tonne jusqu'à Paris, du départ de toutes les stations du Nord et du Pas-de-Calais, comme de Dunkerque et de la frontière belge. Le tonnage transporté par chemin de fer s'accroît d'année en année. La Compagnie développe constamment ses installations et son matériel roulant. Néanmoins, presque chaque hiver, l'activité du trafic ne suffit pas à l'activité du commerce, et de grandes crises se renouvellent assez fréquemment, preuve irréfutable de l'impuissance des chemins de fer à satisfaire aux besoins sans cesse croissants des exploitants et des consommateurs.

Les départements du Nord et du Pas-de-Calais sont sillonnés par un grand nombre de voies navigables qui servent aussi au transport de la houille. Pour les expéditions sur Paris, ces diverses voies se réunissent en une seule qui est formée par l'Escaut, le canal de Saint-Quentin et l'Oise canalisée.

Le prix des transports par eau, variables suivant la distance et variables aussi d'une époque à une autre pour un même parcours, s'établit entre 0f,015 et 0f,036 par tonne kilométrique. De Lens à Paris, le fret a été moyennement de 6f,50 pendant les quatre années 1876-1879. Les voies navigables transportent annuellement environ trois millions de tonnes de houille, dont deux millions proviennent du Nord et du Pas-de-Calais. Les quantités transportées n'augmentent pas depuis bien des années, ce qui tient à ce que les voies navigables sont encombrées et parvenues depuis longtemps à la limite de ce qu'elles peuvent fournir, eu égard à leur état d'imperfection.

On voit donc que les moyens de transport ne suffisent pas à assurer l'écoulement de la production actuelle. A bien plus forte raison, seront-ils impuissants en face de l'accroissement rapide et certain de cette production.

Aussi a-t-on mis à l'étude la construction d'un nouveau canal du Nord sur Paris. Les améliorations du cours de la Seine qui doivent grandement faciliter, dans un avenir prochain, l'arrivée à Paris des charbons anglais, ne permettaient pas d'ailleurs de laisser subsister plus longtemps une situation qui aurait compromis l'avenir de notre plus riche bassin houiller.

C'est M. A. Flamant, ingénieur en chef des ponts et chaussées, qui a dressé l'avant-projet du canal. Cet avant-projet comporte l'ouverture d'un canal formé de cinq sections nouvelles, savoir :

De Courcelles-les-Lens à Courchelettes	9k.600
D'Arleux à Péronne	45k.454
De Ham à Noyon	31k.010
De Janville à Méry-sur-Oise	75k.800
De Méry-sur-Oise à Paris	29k.365

et l'emploi de trois sections empruntées aux voies existantes :

De Courchelettes à Arleux (Canal de la Sensée)	8k.886
De Péronne à Ham (Canal de la Somme)	25k.360
De Noyon à Janville (Canal latéral à l'Oise)	14k.760
Longueur totale	240k.235

au lieu de 343k.960, parcours actuel.

Le canal doit avoir :

Une largeur de 17 mètres, à 2 mètres au-dessous du plan d'eau ;

Un mouillage de 2 mètres pouvant être porté à 2m,50 ;

Des écluses formées des deux sas jumeaux ayant 5m,20 de largeur et 38m,50 de longueur utile.

La dépense est évaluée à 105 millions de francs, dont moitié est consacrée à l'amélioration des voies existantes.

On espère que le fret sur le nouveau canal pourrait s'établir à 2f,40 par tonne, du bassin houiller à Paris ; ce serait une économie de 3 à 4 francs sur l'état actuel qui profiterait entièrement aux consommateurs.

L'avant-projet est actuellement soumis à l'enquête qui doit précéder la déclaration d'utilité publique, et tout fait espérer qu'il ne tardera pas à être approuvé.

Peut-être sommes-nous sorti un instant de notre sujet en empruntant à la notice de M. Flamant ces rapides indications sur le nouveau canal du Nord ; notre excuse est dans l'intérêt puissant qui s'attache à la prompte exécution de cette œuvre éminemment utile, tant au point de vue du bien public que pour l'avantage de ceux qui ont donné, sans compter, leurs forces, leur intelligence ou leurs capitaux à l'exploitation de la houille dans nos départements du Nord.

NOTE

SUR LA NÉCESSITÉ D'ÉTABLIR UN CANAL

ENTRE LA

MER NOIRE ET LA MER CASPIENNE

PAR M. **POLIAKOFF.**

En 1879, on a commencé à parler en Russie d'un projet de M. Daniloff (ingénieur qui a obtenu une médaille d'or, à l'Exposition de Paris, en 1878), relatif à l'établissement d'un canal d'irrigation et de navigation, réunissant la mer Noire et la mer Caspienne.

Un certain nombre de nos Collègues ont probablement déjà connaissance de ce projet; mais, comme membre de la Société des Ingénieurs civils de France, je me fais un plaisir de lui donner sur ledit projet les quelques détails qui suivent :

L'idée de réunir la mer Noire à la mer Caspienne, remonte déjà à une date ancienne. D'après l'historien Pline, Nicotore a essayé de réaliser la réunion de ces deux mers par les fleuves Rion et Koura, le premier se versant dans la mer Noire, le second dans la mer Caspienne, au sud des montagnes du Caucase.

Quand les Turcs dominèrent le midi de la Russie, le sultan Selim, ayant en vue la réunion des deux mers, ordonna, en 1568, de faire un canal entre le Volga et le Don. Les traces de ces travaux se sont conservées jusqu'à présent. L'empereur Pierre le Grand, tenait beaucoup à réunir le bassin du Volga avec celui du Don. D'abord, il a recommencé les travaux sur le canal du sultan Selim, mais le manque d'eau l'a obligé de chercher un autre tracé pour le canal. On choisit donc une autre direction, passant par le lac Ivan Osero dans le gouvernement de Toula. Les événements politiques qui survinrent, notamment la guerre avec la Suède, ne permirent pas au grand réformateur de la Russie d'effectuer le rapprochement de ces deux bassins.

Vers la fin du siècle dernier, l'académicien Pallas voyageant en Russie, remarqua et indiqua au gouvernement russe la possibilité d'établir un canal par le lac et les marais, connus sous les noms de Manitch, qui s'étendent dans la plaine entre la mer Noire et la mer Caspienne. Le gouvernement envoya des expéditions pour vérifier la possibilité de l'exécution du canal suivant le tracé indiqué par l'académicien Pallas. Tous les explorateurs ont trouvé que les eaux du Manitch et de la rivière Kalaouce qui se verse dans le Manitch, ne sont pas suffisantes pour alimenter un canal navigable entre la mer Noire et la mer Caspienne (voir pl. 21).

Une dernière tentative fut faite par le gouvernement en 1862. Une nouvelle expédition fut envoyée pour étudier la question d'un canal par le Manitch. Mais les conclusions de cette expédition furent que le Manitch n'est pas approprié pour un canal. On serait obligé de construire un réservoir énorme, près des embouchures de la rivière Kalaouce, et qu'on se lancerait ainsi dans des dépenses considérables avec un succès bien douteux. Il n'y eut donc pas de suite donnée à ce projet.

En voyant l'impossibilité de faire un canal entre les deux mers ou entre les bassins du Volga et du Don, le gouvernement a construit un chemin de fer entre Tsarizine et Kalatch, qui réunit le Volga au Don. Mais le chemin de fer n'a pas produit un grand effet sur la direction des marchandises provenant du bassin du Volga non plus que sur la houille du bassin du Don, qui ne peut encore être transportée à bon marché jusqu'au Volga.

Quoique les expéditions envoyées par le gouvernement russe ne soient pas arrivées à une solution réalisable, elles ont apporté des renseignements très importants. Ainsi on a trouvé que la mer Caspienne est $25^{m},546$ au-dessous du niveau de la mer Noire ; que le Manitch est en deux parties, qu'il a son faîte au point où le Kalaouce vient s'y déverser, et que ce faîte est à $24^{m},705$ au-dessus du niveau de la mer Noire.

L'idée du projet en question est venue à M. Daniloff pendant qu'il faisait le tracé d'un chemin de fer au nord du Caucase. Comme il cherchait la place la plus convenable pour un pont sur le fleuve Terek, il fut frappé de la grande masse d'eau de ce fleuve, sur une hauteur si considérable ($162^{m},26$ au-dessus du niveau de la mer Noire) La première pensée de l'ingénieur, qui, après avoir passé par des plaines désertes et dépourvues d'eau, se voit tout à coup en face d'une puissante rivière, fut de

profiter de cette rivière pour l'irrigation des plaines s'étendant au nord des montagnes. Ensuite lui vint l'idée de profiter des eaux du Terek pour faire un canal navigable entre la mer Noire et la mer Caspienne.

Prenant en considération les hauteurs indiquées par les différentes expéditions et la quantité d'eau dans le Terek (175 à 554 mètres cubes par seconde), sur une hauteur de 162 mètres. M. Daniloff a projeté :

1° Faire un canal d'irrigation et d'alimentation, empruntant l'eau du Terek, du point où la hauteur est de 162^{m} au-dessus du niveau de la mer Noire et amenant cette eau au plus haut point du Manitch, 27^{m},7. Ce canal aura une longueur de 350 kilomètres. En faisant 40 chutes on arrivera à donner au canal une pente de 0,0002. Au bout de ce canal, aux embouchures du Kalaouce, comme point de départ des deux canaux, on propose de creuser un réservoir de 20 kilomètres carrés.

2° Un canal des embouchures du Kalaouce jusqu'au Volga, près d'Astrakhan.

Longueur du canal.	320 kil.
Pente.	0,00002

3° Une branche du canal Kalaouce-Volga à la mer Caspienne au port Serebriakof-Skalapristagne.

Longueur	90 kil.
Pente.	0,00002

Cet embranchement servira à donner la facilité aux grands bateaux du Volga de passer à la mer Caspienne en évitant ses embouchures.

Les deux derniers canaux serviront pour la navigation ainsi que pour l'irrigation.

4° Un canal des embouchures du Kalaouce suivant le Manitch jusqu'au Don. La longueur de ce canal sera de 350 kilom. avec une pente de 0,00002.

Ainsi le Volga sera réuni directement avec le Don, la mer Caspienne avec la mer Noire par la mer d'Azov. En outre on fera l'irrigation de 300,000 desiatines (un hectare = 0,915 desiatines).

Pour ce but, M. Daniloff croit prendre de 116 à 175 mètres cubes d'eau par seconde et c'est en été qu'il y a le plus d'eau.

Mais, comme les embouchures du Don ne sont pas réglées et que la mer d'Azov présente en hiver beaucoup d'inconvénients, M. Daniloff a projeté un embranchement à la mer Noire du canal Kalaouce-Don. Pour

effectuer ce canal, il faut profiter des eaux de la rivière Koubagne qui se verse dans la mer Noire. Il suffira de prendre 65 mètres cubes d'eau par seconde à une hauteur de 192m,15 et de les amener par un canal d'alimentation au faîte entre le Manitch et la mer Noire à la hauteur de 137m,25. De ce point le canal se divisera : d'un côté il ira vers le canal Kalaouce-Don et de l'autre vers la mer Noire, dans le port d'Anapa. Pour la dernière partie on profitera de la rivière Koubagne en la régularisant.

Pendant l'été de 1880 on a fait les tracés de tout le canal indiqué et les résultats sont des plus satisfaisants. Maintenant le projet complet est au ministère des voies de communications pour son approbation. Le coût de construction est évalué à 50,000 roubles par verste.

Le projet de M. Daniloff, par sa simplicité et par sa facilité incontestable de réalisation, a gagné toutes les sympathies en Russie. Il donne une satisfaction complète à tous les désirs du gouvernement et à toutes les exigences du commerce.

Les grands avantages que cette voie navigable présentera à la Russie et à toute l'Europe sont tellement évidents, que tout ce que je pourrais dire en faveur de ce canal serait inutile.

RÉSUMÉ

DES

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

DU

MOIS DE MARS 1881

Séance du 4 Mars 1881.

PRÉSIDENCE DE M. Henri MATHIEU.

La séance est ouverte à huit heures et demie.

Le procès-verbal de la séance du 18 février est adopté.

M. LE PRÉSIDENT donne la parole au Secrétaire pour lire une note de M. Poliakoff, ingénieur russe, qui a été membre du Jury de l'Exposition en 1878, sur un projet de canal d'irrigation et de navigation destiné à relier la mer Caspienne à la mer Noire.

Ce canal partirait de Postow, près de l'embouchure du Don, sur la mer d'Azov, et aboutirait à l'embouchure du Volga, près d'Astrakhan. Une branche s'en détacherait près de l'une des extrémités du Manitch et se dirigerait vers Ekaterinodar pour, en empruntant la Koubagne, arriver à Anapa.

Deux autres branches, destinées surtout à l'irrigation des terres de culture, partiraient du faîte du Manitch, et se dirigeraient, l'une vers la mer Caspienne, l'autre vers Mosdok. La surface d'irrigation serait environ de 325,600 hectares.

M. LE PRÉSIDENT appelle l'attention sur la carte représentant la région comprise entre la mer Caspienne et la mer Noire. Il fait observer que le tracé du canal projeté est situé au nord de la chaîne du Caucase, par conséquent du côté opposé à celui du chemin de fer de Poti-Tiflis, qui doit être prolongé jusqu'à la mer Caspienne, et que le canal présentera, placé ainsi entre les monts Ourals et les monts Caucase, des facilités assez grandes d'exécution. M. le Président adresse ses remercîments à M. Poliakoff, pour son intéressante communication qui sera imprimée *in extenso* dans le Bulletin mensuel, ainsi que la carte annexée (voir page 340).

M. le Président donne la parole à M. Dallot pour sa communication sur les eaux des égouts de Paris.

M. Dallot. Vous vous rappelez, Messieurs, l'intéressante communication de M. Faure-Beaulieu sur les procédés de traitement des produits des vidanges dans les fabriques de sulfate d'ammoniaque. Cette communication a été le signal de l'ouverture de la discussion entre les chimistes, qui demandent à traiter les matières dans des usines spéciales, et les partisans du traitement simultané des liquides des vidanges et des eaux d'égout, au moyen de l'épuration du sol.

Il m'a semblé que la question n'avait pas été jusqu'ici exposée devant vous d'une façon complète, et j'ai eu l'idée de vous la présenter dans son ensemble au moyen de l'analyse des documents officiels.

Jamais les grandes questions d'hygiène, qui intéressent la capitale de la France, ne se sont trouvées dans un état aussi critique. Pour la question des vidanges, par exemple, on peut dire qu'il y a péril en la demeure. Tout le monde connaît l'établissement désigné sous le nom de voirie de Bondy, où, jusqu'en 1870, était manipulée la presque totalité des produits des fosses de Paris. Les matières, amenées d'abord au dépotoir de la Villette, étaient refoulées jusqu'à Bondy dans une conduite de fonte se développant le long du canal de l'Ourcq, et reçues dans huit bassins, couvrant chacun un hectare environ, qui, disposés en deux jeux de surfaces étagées, permettaient au moyen de vannes le libre écoulement des eaux d'un bassin au bassin inférieur. Un tiers environ des liquides était utilisé pour la fabrication des sels ammoniacaux. Quant aux deux autres tiers, une pompe les refoulait dans une conduite de retour jusqu'à Pantin, d'où un égout voûté les amenait définitivement dans la Seine à Saint-Denis.

Les matières boueuses qui restaient déposées au fond des bassins, après la décantation des eaux-vannes, étaient enlevées à la bêche, étendues sur le sol de séchoirs d'une étendue égale à celle des bassins, et là, par une lente dessiccation, ces matières se transformaient en poudrette.

En 1870 la question a changé de face. La Compagnie Richer, fermière de la voirie de Bondy, arriva à fin de bail. L'exploitation fut interrompue pendant deux ans. Enfin, en 1872, on remit le bail en adjudication. Seulement, au lieu d'une redevance de 0f,80 par mètre cube de matière dépotée à la Villette, que payait la Compagnie Richer, l'adjudicataire consentit à payer une redevance de 6 francs. Une liquidation forcée arriva bientôt, et depuis la voirie de Bondy est restée à peu près inexploitable. Cependant les matières n'ont cessé de s'y accumuler. Les eaux-vannes sont pour la plus grande partie évacuées en Seine; mais la matière solide, qu'elles contenaient en suspension, gît à l'état pâteux dans les bassins, où elle forme un vaste et immonde cloaque dont le volume dépassait déjà 100,000 mètres cubes en 1877. C'est ce qu'on appelle le stock. Ce stock ne cesse de s'accroître.

Cependant les quantités de matières versées au dépotoir de la Villette

étaient loin, à partir de 1872, de représenter la totalité des produits de la vidange parisienne. Sous l'impulsion de la Compagnie Richer, différents dépotoirs locaux de la banlieue s'étaient développés, formant autour de la capitale une ceinture de foyers d'infection. C'est ce qui a éveillé l'attention des Parisiens. L'odeur nauséabonde de la voirie de Bondy n'était perçue à Paris, que par le vent du Nord. Désormais, les émanations devinrent sensibles par tous les vents.

De plus, l'industrie, qui avait fini par apprécier à sa valeur la richesse ammoniacale des liquides, s'était mise à les traiter dans des usines annexées aux dépotoirs. Malheureusement ces usines n'étaient pas installées avec toutes les précautions que l'hygiène réclame. Leurs procédés laissaient à désirer. La grande usine de Nanterre, ouverte au mois de janvier de 1880, dut être fermée au milieu du mois de mai suivant. Pendant les quelques mois de son fonctionnement, le transport des matières à Bondy avait presque totalement cessé. Après sa fermeture, les tonnes des vidangeurs ont repris le chemin du dépotoir de la Villette.

A côté de cette question arrivée à l'état aigu, dont nous avons emprunté les principaux traits au remarquable rapport de M. Aimé Girard, s'en présente une autre tout aussi grave, sinon pour Paris, du moins pour les localités voisines.

Avant l'établissement des grands collecteurs, la Seine recevait les eaux d'égout tout le long de la traversée de Paris. Ce fut un grand bienfait, une œuvre indispensable au point de vue des exigences sanitaires d'une cité aussi populeuse, que de rejeter à Asnières et Saint-Denis les débouchés des égouts. Mais voici quel en a été le résultat, décrit par la plume de M. le Directeur des travaux de Paris :

« Le fleuve, depuis Clichy jusqu'aux abords de Poissy, est converti en « un vaste foyer de fermentation et d'infection, et n'offre plus, dans cette « partie de son cours, qu'une eau impropre à tous les usages domestiques, « mortelle aux poissons, répandant dans l'atmosphère des émanations « fétides, sinon malsaines, et cela aux portes mêmes de la capitale, au « milieu de contrées luxuriantes, au pied des élégantes villas qui peuplent « la splendide vallée de la Seine. »

A un autre point de vue, les eaux des égouts de Paris, déversées dans la Seine qu'elles polluent, laissent perdre annuellement une richesse agricole qu'en azote seulement M. Alphand évalue à 15 millions.

Les administrateurs de la Ville de Paris ne pouvaient être indifférents à un pareil état de choses. Cette situation, résultat même de leur œuvre, depuis longtemps ils l'avaient prévue et ils en préparaient le remède. Le moment est venu d'exposer l'ensemble des mesures qui ont été proposées par la direction des travaux de Paris, d'abord pour améliorer les conditions de salubrité de la capitale, ensuite pour désinfecter la Seine. Ces projets ont une importance considérable à tous les points de vue. Leur réalisation entraîne une dépense de 74 millions.

En premier lieu, M. le Directeur des travaux de Paris juge insuffisante la quantité d'eau dont la Ville dispose. Cette quantité qui est de 370,000 mètres cubes par jour, il propose de l'augmenter de 150,000 mètres, puisés dans la Seine en amont, au moyen de machines élévatoires mues par la vapeur. Il n'y a que des éloges à donner à cette idée, l'eau étant un des principaux facteurs de l'hygiène. Regrettons seulement la pensée de supprimer les abonnements à robinet libre pour généraliser l'emploi du compteur. Le montant total des concessions, dit M. Alphand, est de 90,000 mètres cubes quotidiens. En réalité la Ville en fournit 125,000. Eh bien! je crois qu'il faudrait s'en féliciter. On doit craindre de restreindre par une réglementation trop stricte, trop fiscale, l'emploi de l'eau dans les habitations, emploi qu'il faut s'efforcer de développer au contraire. On n'use assez d'eau que quand on en gaspille un peu.

En ce qui concerne la question des vidanges, la direction des travaux de Paris s'arrête à la solution de faire communiquer toutes les fosses avec l'égout, au moyen d'un tuyau de chute, et d'y envoyer les liquides, s'inspirant des craintes des hygiénistes qui déclarent que c'est une situation dangereuse d'avoir, pour ainsi dire, dans chaque maison un petit dépotoir. On remédiera efficacement à cette situation en ne permettant pas aux liquides de séjourner dans les fosses. Quant aux matières solides, leur écoulement à l'égout serait à Paris pratiquement impossible. Il exigerait le remaniement de tout le système des égouts qui, sur beaucoup de points, n'ont pas la pente nécessaire pour assurer une évacuation prompte et facile. Les matières solides y séjourneraient donc, y développeraient l'infection et en rendraient le curage impossible. Les tuyaux de chute eux-mêmes ne pourraient généralement pas recevoir une inclinaison suffisante.

Les solides seraient donc recueillis, suivant le système diviseur, dans des tinettes-filtres, susceptibles de s'enlever de jour, sans répandre d'odeurs ni d'émanations nuisibles. Paris serait ainsi débarrassé des opérations si bruyantes et si infectes de la vidange nocturne. La voirie de Bondy et tous les dépotoirs particuliers, qui n'ont de raison d'être que pour le traitement des liquides, seraient supprimés. Le cube quotidien à enlever dans les tinettes ne serait que de 300 mètres environ, que les vidangeurs convertiraient immédiatement en poudrette, sans être obligés de les déposer, comme aujourd'hui, dans des bassins de décantation.

Il existait déjà, à la fin de 1878, 13,000 fosses, sur 236,000 environ, réunies à l'égout par un tuyau de chute. Mais pour pouvoir généraliser ce système, il faut que dans toutes les rues il y ait un égout, et tout d'abord il est indispensable de compléter le système des collecteurs. Il existe actuellement 620 kilomètres d'égouts; 420 kilomètres restent à construire, nécessitant une dépense de 44 millions. En ajoutant cette somme aux 18 millions exigés par l'extension projetée du service des eaux, on arrive à un total de 62 millions.

L'administration de la Ville a songé à trouver une contre-partie à cette dépense considérable. Elle l'a découverte dans l'établissement d'une taxe

annuelle de 30 fr. sur chaque tuyau de chute, mettant en communication une fosse avec l'égout. Pour 236,000 tuyaux de chute, le produit serait d'environ 7 millions par an. Voyons quelles seraient, avec la généralisation du système de l'écoulement des liquides, les charges des habitants comparées à leurs charges actuelles.

La vidange de l'ensemble des fosses d'aisance à Paris coûte, à raison de 8 francs le mètre cube, 5 millions par an environ. La taxe sur les tuyaux de chute représenterait une somme de 7 millions. La location et l'enlèvement des tinettes coûteraient autant. La dépense qui pèserait sur la population serait donc de 14 millions au lieu de 5. Accroissement de charges annuelles; 9 millions. A cela, il faudrait encore ajouter la dépense de premier établissement, relative aux tuyaux de chute, qui ne s'écarterait guère sans doute, de la somme de 62 millions que la Ville aurait à dépenser elle-même pour l'extension du service des eaux et l'achèvement du réseau des égouts.

On voit donc que si le système de l'écoulement des liquides paraît susceptible d'améliorer les conditions sanitaires et de diminuer les incommodités du service des vidanges, il exige, au point de vue financier, des sacrifices qui sont loin d'être sans importance. Ce qu'on peut répondre, c'est qu'en dehors de l'adoption du système diviseur, il est urgent de compléter le système des égouts et d'augmenter le volume d'eau distribuée. Ainsi une dépense d'une soixantaine de millions s'impose à la Ville à bref délai. On ne peut disconvenir que le système diviseur, avec la taxe qui en est la conséquence dans la pensée de l'administration, n'arrive à point pour rétablir l'équilibre compromis.

Nous ne sommes d'ailleurs pas encore au bout des sources de dépenses, car il nous reste à examiner le problème le plus grave, celui de l'épuration des eaux d'égout, en vue de faire disparaître l'infection de la Seine. La Ville de Paris n'a pas seulement à remplir un devoir moral; elle se trouve en présence d'obligations de droit étroit qui lui ont été rappelées depuis plusieurs années déjà par des décisions ministérielles.

Voici à quels projets s'est arrêtée la direction des travaux.

La solution adoptée consiste dans l'épuration par voie d'irrigation du sol. On a cherché les bases dans l'expérience qui se poursuit autour de Gennevilliers depuis 1866. Faisons connaître d'abord les données de la question.

Les deux collecteurs de Clichy et de Saint-Denis débitent ensemble, par 24 heures, un volume d'eau mesurant 263,000 mètres cubes, soit 96 millions de mètres cubes par an. Cette eau contient, par mètre cube, en azote 40 grammes, en matières organiques et minérales 3 kilogrammes. Lorsque l'emploi des tinettes-filtres sera généralisé, dit M. Alphand, la quantité d'azote contenue dans les eaux des égouts de Paris s'élèvera par an à plus de 5,000 tonnes.

Suivant les ingénieurs de la Ville, un hectare de terrain analogue à celui de Gennevilliers peut épurer par an 50,000 mètres cubes d'eau d'égout.

Pour épurer les 100 millions de mètres cubes annuels, il faut par conséquent 2,000 hectares. Voici sur quoi ils se fondent :

En faisant passer journellement 10 litres d'eau d'égout sur 1280 litres de terre de Gennevilliers, formant dans une caisse un prisme à base carrée de 0m,80 de côté et de 2 mètres de hauteur, l'épuration a été complète. Les 10 litres par jour donnés à 1,280 litres de terre représentent 7lit,81 par jour donnés à 1 mètre cube ; soit 15lit,6 à chaque mètre superficiel d'un sol pareil ayant 2 mètres de profondeur ; soit 156 mètres cubes par jour à un hectare ; soit 57,000 mètres cubes par an et par hectare.

Les ingénieurs de la Ville n'ont pas essayé de doses supérieures à 10 litres pour déterminer, selon la méthode de M. Frankland, la limite au delà de laquelle l'épuration ne serait plus complète. Il en résulte que, suivant eux, la dose annuelle de 57,000 mètres cubes par hectare ne peut être envisagée comme une dose maxima pour la terre de Gennevilliers. Ils allèguent qu'en Angleterre, à Merthyr-Tydwil, l'irrigation est pratiquée à raison de 180 à 240,000 mètres cubes par hectare et par an, le sol filtrant ayant une profondeur de 2 mètres, et que l'épuration est aussi complète qu'on peut le désirer. Suivant eux, le pouvoir filtrant du sol se conserve pendant un temps indéfini sans aucune diminution.

Du reste, ils établissent une distinction parfaitement nette entre la simple épuration des eaux et l'utilisation au profit de la culture des richesses fertilisantes qu'elles contiennent.

« Laissant de côté, dit M. le Directeur des travaux de Paris, la potasse « et les phosphates pour ne considérer que l'azote, on calcule que les « 5 millions de kilogrammes d'azote que les deux collecteurs rejettent « annuellement à la Seine, équivalent à 1,200 millions de kilogrammes de « fumier de ferme au titre de 0,0045 d'azote, et représentent la fumure « de 40,000 hectares à raison de 30,000 kilogrammes par hectare et par an, « ce qui dépasse beaucoup la moyenne des fumures en France. Il faudrait « au moins 60,000 hectares le jour où les égouts exporteraient à l'état « vert, c'est-à-dire avant la fermentation en fosse qui les rend si infectes, « toutes les déjections de Paris. Quelle est, d'autre part, la superficie « nécessaire pour épurer les eaux d'égouts de Paris ? Leur volume annuel « est de 100 millions de mètres cubes : si un hectare épure 50,000 mètres « cubes, il faudra 2,000 hectares. Qu'on réduise le volume épuré par un « hectare à 33, à 25,000 mètres cubes, il faudra 3 ou 4,000 hectares.

« On voit clairement la différence qui existe entre les superficies néces- « saires pour l'une et l'autre opération. Elles se distinguent encore sous « d'autres rapports. L'épuration sur une surface restreinte, assujettit à « des conditions de distribution, de drainage, qu'il est assez malaisé de bien « remplir. L'utilisation sur de larges surfaces en est presque exempte. En « effet, on peut avec elle choisir le temps et la dose des arrosages ; la « culture des céréales et l'alternance deviennent possibles ; le drainage « perd son importance quand on distribue seulement de 3 à 10,000 mètres

« cubes d'eau par hectare et par an, ce qui représente déjà de 170 à 560 « kilogrammes d'azote. Quand on utilise réellement les eaux d'égout, la « culture est la grande affaire : l'épuration se fait en quelque sorte sans « qu'on y prenne garde. Quand on épure, l'épuration est presque tout. La « culture n'a par elle-même qu'une importance bien secondaire. En effet, « 3 à 4,000 hectares peuvent-ils rendre le produit de 40 à 60,000, lors « même qu'ils seraient uniquement consacrés à des cultures épuisantes et « répétées comme celle des plantes potagères ? Il est clair que l'azote du « pain, de la viande et des légumes, qui se consomment à Paris, ne peut « pas y retourner sous la forme unique de légumes. La véritable utilité de « la culture dans l'épuration, c'est de décider les cultivateurs à prêter à « l'entreprise leurs champs et leurs bras. »

Nous avons tenu à faire connaître textuellement à la Société la démonstration si claire, si saisissante, par laquelle M. le Directeur des travaux de Paris proclame lui-même l'infériorité économique de la solution qu'il propose, le gaspillage de parti pris des richesses qu'en maints endroits de sa note il étale avec tant de complaisance. Il le dit bien haut: pour lui, quand la Ville de Paris aura épuré ses eaux d'égout, quand elle les aura rendues claires et désinfectées avant de les rejeter dans le fleuve, sa mission sera terminée, son devoir sera intégralement rempli. Si l'on voulait qu'elle réalisât l'utilisation, elle aurait le droit de réclamer le concours de l'État; car on la chargerait d'une mission d'intérêt général. Telle est la thèse, thèse qui serait juste, si les moyens proposés pour atteindre le but ne donnaient prise à de fort sérieuses objections.

Ces projets, on peut en deviner la base par ce que nous avons déjà exposé. Ils sont la conclusion logique de la théorie des ingénieurs de la Ville : un hectare de terrain analogue à celui de Gennevilliers peut épurer au minimum, en un an, 50,000 mètres cubes d'eau d'égout. Il y a 100 millions de mètres cubes à épurer chaque année. Le problème se réduit donc à découvrir 2,000 hectares disponibles.

Dans le principe on a été un peu plus ambitieux. On comptait irriguer 6,000 hectares. Voici comment M. Belgrand proposait d'y arriver dans le projet présenté par lui en 1875.

Le collecteur de Saint-Denis débite par 24 heures 40,000 mètres cubes environ. La totalité de son produit devait être consacré à l'irrigation de la plaine de Gennevilliers, où, en raison du niveau de son débouché, ses eaux arrivent par le seul effet de la gravité, sans le secours de machines. Quant au produit du collecteur qui débouche à Clichy, en aval d'Asnières, ses 220,000 mètres cubes quotidiens devaient, au moyen de pompes à vapeur de 1,000 chevaux de force, être élevées, puis refoulées en conduite forcée, sur un parcours de près de 16 kilomètres, de l'usine de Clichy à la presqu'île de Saint-Germain. Cette conduite devait se développer dans la plaine de Colombes, et traverser la Seine en siphon à la hauteur de l'île Marante. Elle passait ensuite sur les territoires de Bezons, Houilles,

Sartrouville, franchissait encore une fois la Seine en siphon à l'extrémité du parc de Maisons, et pénétrait dans la presqu'île de Saint-Germain où elle arrivait à la cote 35. « Il existe, dit M. Alphand, entre la ligne des « terres situées à cette cote et la rive de la Seine, une surface de « 1,500 hectares de forêts dénudées et de terres presque stériles que l'irri- « gation par les eaux d'égout devait fertiliser. »

Le long du parcours du canal, on devait trouver à irriguer, d'après M. Belgrand :

Sur le territoire de Gennevilliers, 1,500 hectares ;

Sur les communes de Nanterre, Colombes, Rueil, 1,250 hectares ;

Dans la presqu'île de Houilles, autour de Carrières, Bezons, Argenteuil, Sartrouville, Houilles, 1,400 hectares.

Enfin une rigole secondaire amenait les eaux sur le territoire d'Achères, où l'irrigation se fût étendue encore sur 700 hectares.

Avec les 1,500 hectares de la partie basse de la forêt de Saint-Germain et des fermes domaniales, on avait en fin de compte une superficie de 6,350 hectares.

Le plus étendu de ces terrains, celui de la forêt domaniale, devait être demandé à l'État pour être mis à la disposition du service municipal, et constituer un vaste régulateur destiné à recevoir l'eau qui n'eût pas été utilisée par la libre culture.

« Les besoins de l'irrigation des diverses cultures, » dit fort justement M. le Directeur des travaux de Paris, « ne sont pas constants. Le volume « d'eau varie suivant les saisons et la nature des plantes. L'épuration au « contraire doit être continue, afin de ne rejeter dans les rivières et dans « les nappes que des eaux complètement assainies. Il faudra donc toujours, « quel que soit le développement de l'irrigation chez les cultivateurs, que « les villes disposent d'un champ d'épuration, servant de régulateur, suffi- « samment étendu pour recevoir au besoin toutes les eaux de leurs égouts « et en assurer l'épuration complète en toutes saisons. »

Le Conseil municipal ayant approuvé en principe le projet de M. Belgrand, des démarches furent entreprises auprès de l'administration supérieure pour arriver à son exécution. Une déclaration d'utilité publique était nécessaire pour permettre d'exproprier les terrains sur le parcours de la conduite ; et il fallait aussi que l'État consentît à céder les 1,500 hectares de forêt et terres domaniales que l'on sollicitait de sa munificence.

La loi de 1841 exigeait une enquête publique. Cette enquête eut lieu et fit éclater une opposition à peu près unanime. La commission nommée par le préfet de Seine-et-Oise, au sein du Conseil général de ce département, s'éleva contre les conséquences désastreuses d'un projet qui, suivant elle, sans parvenir à affranchir la Seine de l'infection en raison de l'insuffisance des surfaces destinées à l'irrigation, ruinerait l'un des coins les plus riches du département en introduisant l'insalubrité et la malpropreté au milieu des innombrables et luxueuses villas qui le peuplent. Sur trente-deux com-

munes consultées, vingt-sept protestèrent énergiquement par l'organe de leurs conseils municipaux. Enfin, dans les communes les plus directement touchées, près de huit mille cinq cents signatures repoussèrent individuellement le cadeau qu'on leur voulait faire.

En présence d'un tel accueil, le préfet de la Seine, qui était alors M. Ferdinand Duval, pensa que, sans renoncer au régulateur de la presqu'île de Saint-Germain, on devait étudier de nouvelles dispositions relativement à la distribution des eaux pour l'irrigation, et invita les ingénieurs à modifier leurs projets. La direction de ces nouvelles études était tout indiquée. Car, par un contraste singulier, les populations des plaines d'Herblay, de Méry, de Saint-Ouen l'Aumône, manifestaient, par l'organe de leurs municipalités, le désir de recevoir les eaux que repoussaient si énergiquement leurs voisins de la banlieue parisienne.

La direction des travaux de Paris, qui, à la suite de la mort de M. Belgrand avait absorbé le service des eaux et égouts, ne crut pas devoir donner suite aux intentions de M. Ferdinand Duval. « Nous croyons, dit « M. Alphand, que les projets relatifs à l'irrigation des plaines d'Herblay « et de Méry doivent être ajournés, parce qu'il convient, avant de rien en- « treprendre à ce sujet, que le conseil municipal se soit prononcé sur la « question du cimetière de Méry. »

La seule modification, que l'on crut devoir apporter au projet de M. Belgrand, consista à reporter les eaux d'égout, non employées aux irrigations, au grand régulateur de la forêt de Saint-Germain. Tel est le trait principal du projet définitivement présenté à l'approbation du conseil municipal et de l'État, et voilà toute la satisfaction qu'ont obtenue de la part des ingénieurs de la Ville les ardentes réclamations des populations mises en cause. Conformément à leur théorie, l'épuration de la totalité des eaux fournies par le collecteur de Clichy devra s'opérer sur une surface de 1,500 hectares. Cette solution on la présente comme irrévocablement arrêtée, on pose un véritable ultimatum, et voici en quels termes s'exprime M. le Directeur des travaux de Paris :

« Il faut que les populations de Seine-et-Oise sachent bien que si le « gouvernement cédait aux réclamations qu'on suscite contre les projets de « la Ville de Paris, seuls raisonnables, seuls pratiques, en se refusant à les « laisser exécuter, la Ville se considérerait comme dégagée de l'obligation « d'assainir la Seine ; et les populations, délivrées de la crainte chimérique « de dommages imaginaires, continueraient à jouir du spectacle de la « Seine convertie en un véritable égout, charriant sur ses eaux noires et « infectes des myriades de poissons morts. »

Il ne faut pas, croyons-nous, prendre trop au sérieux ce manifeste passionné. La Ville de Paris ne saurait être juge dans sa propre cause ; et d'ailleurs ses ingénieurs n'ont aucunement qualité pour l'engager et pour la lier indissolublement à la fortune de leurs projets. Mais, laissant de côté des questions de droit dont la discussion ne serait pas ici à sa place, nous

allons examiner si le projet des ingénieurs de la Ville ne pourrait pas subir une transformation qui concilierait tout.

D'abord, et même en se plaçant au seul point de vue de l'épuration, la superficie de 1500 hectares paraît pratiquement beaucoup trop faible. Sur quelle base repose la détermination de cette superficie? Sur une véritable expérience de laboratoire. On allègue, il est vrai, les résultats d'épuration obtenus à Gennevilliers, à Merthyr-Tydwil surtout, où l'on a fait absorber au sol plus de 200,000 mètres cubes par hectare et par an. Mais il s'agit d'une expérience faite sur une surface de huit hectares. Le volume quotidien des eaux d'égout du district est de 4,000 mètres cubes par jour, c'est-à-dire environ un et demi pour cent du cube de Paris. La municipalité de Merthyr a cru devoir consacrer une surface de 30 hectares à l'épuration de ses eaux. C'est à peine la proportion projetée pour Paris, et nous voilà loin des 200,000 mètres cubes par an et par hectare, qui ne correspondent qu'à une expérience pratiquée sur huit hectares. Mais en outre, comment conclure avec sûreté de ce qui se passe sur une surface représentée par 30, à ce qui se passera sur une surface représentée par 1,500? Au point de vue de la salubrité, des émanations, prétendra-t-on que la superficie irriguée, que le volume répandu, n'aient aucune importance?

En ce qui concerne Gennevilliers, il paraît incontestablement acquis à la discussion que l'irrigation s'y est pratiquée à une dose beaucoup trop forte. Ce sont les inconvénients mêmes qui en sont résultés, qui ont servi de base à l'opposition des populations, quand il s'est agi de conduire les eaux dans la presqu'île de Saint-Germain. La nappe des eaux souterraines, déjà trop près du sol, s'est trouvée relevée de deux mètres en certains points, et, en outre de l'envahissement des caves des habitations par les eaux, les conditions de salubrité n'ont pu se trouver améliorées. Grâce aux eaux d'égout répandues sans compter, le prix de location des terres irriguées a pu s'élever de 150 francs à 450 francs par hectare; et cependant, en dépit de cette fortune tombée pour ainsi dire du ciel, la commune de Gennevilliers a réclamé en justice la résiliation du traité qu'elle avait conclu avec la Ville de Paris pour l'autoriser à apporter les eaux d'égout sur son territoire. A Gennevilliers, on est maître, jusqu'à présent, de maintenir la situation dans un état tolérable. Nul ne connaît au juste la quantité d'eau réellement déversée sur la presqu'île. Mais il paraît certain que pour remédier à l'état fâcheux dans lequel se trouvait une partie de la plaine à la suite du relèvement de la nappe, selon les expressions mêmes de M. Alphand, on a notablement modéré le volume des irrigations. Jusqu'à présent la Seine est là pour recevoir tout ce qu'on ne veut ou ne peut épurer. Mais quand le « régulateur » de 1,500 hectares aura été constitué et qu'on se trouvera dans l'impossibilité de rien verser directement dans le fleuve, chaque jour de l'année il faudra répandre à la surface du sol près de 300,000 mètres cubes d'eau fangeuse, en temps de pluie comme en temps de sécheresse, durant les gelées de l'hiver comme pendant les chaleurs de l'été. Il serait extrêmement intéressant de savoir si par la gelée intense

qui a régné pendant toute la durée du dernier mois de 1879, le travail filtrant et épurateur du sol n'a subi aucune modification. C'est bien difficile à croire.

Ces considérations imposent la conviction qu'il est nécessaire de se placer dans des conditions plus prudentes et de se procurer une superficie plus étendue.

Quand les eaux-vannes se déversaient dans la Seine, tout le long de la traversée de la capitale, le fleuve était certainement souillé, mais il était loin de l'état d'infection auquel l'a amené le déversement en un seul point de la totalité des eaux d'égouts. Il y a là une indication évidente qui doit faire proscrire un système d'irrigations trop concentré, si l'on ne veut être exposé à voir se reproduire sous une autre forme les inconvénients auxquels on cherche à porter remède.

Mais la superficie nécessaire pour épurer dans des conditions convenables, est-il possible de l'obtenir? Nous pensons que c'est non seulement possible, mais facile, si cette superficie on la cherche où elle est. Et d'abord nous avons eu déjà à constater que les populations de la plaine qui s'étend d'Herblay à Méry sollicitaient l'eau d'égout, et qu'on n'était pas disposé à la leur apporter. Il y a là une superficie de 6,000 hectares. Si l'on voulait établir un système d'irrigations dans la vaste plaine, située au nord-est de Paris, que jalonnent le Bourget, Écouen, Luzarches, Dammartin, le canal de l'Ourcq, on pourrait opérer sur une superficie de 25,000 hectares. Si l'on s'élevait sur le plateau de la Brie, on trouverait dans le quadrilatère compris entre Brie-Comte-Robert, Coulommiers, Corbeil, Provins, une superficie de 125,000 hectares.

Dans ces limites, on pourrait choisir à son aise. En irriguant seulement le dixième de ces 160,000 hectares, on ne répandrait plus que 5,000 mètres cubes environ par hectare et par an, on ferait de la véritable utilisation. Dès lors on n'aurait plus à se préoccuper de ces conditions de distribution, de drainage, si malaisées à remplir suivant M. Alphand. Comme il le dit, on pourrait choisir le temps et la dose des arrosages, la culture serait la grande affaire et l'épuration se ferait sans qu'on y prît garde. Dans ces nouvelles conditions d'irrigation modérée et rationnelle, une fois sorti du rayon où l'extension de la villégiature, d'une part, l'abondance des fumiers de toute sorte, d'autre part, rendent les populations insensibles aux bienfaits des eaux d'égouts, nul doute que ces eaux, réellement précieuses quand on les emploie dans des conditions normales, ne fussent appréciées à leur valeur et avidement recherchées, au lieu d'être repoussées et maudites.

Voyons quelle dépense entraînerait l'application ainsi comprise. Pour amener les eaux du collecteur de Clichy dans la presqu'île de Saint-Germain, la dépense prévue est de 5 millions. Nous croyons fixer un maximum en évaluant à 15 millions la dépense nécessaire pour amener les eaux dans le rayon étendu que nous avons prévu. Pour établir les conduites secondaires d'abduction des eaux depuis le canal de distribution, pour répandre

l'eau sur le sol, creuser les rigoles et niveler le terrain, enfin pour faire les drainages nécessaires à l'évacuation des eaux souterraines, il faut, d'après M. Alphand, compter une dépense moyenne de 2,000 francs par hectare, ce qui, pour 16,000 hectares, donnerait une dépense de 32 millions.

Les dépenses annuelles d'élévation des eaux par les machines, d'entretien de la canalisation, des rigoles et des drainages, enfin les frais généraux, peuvent être évalués à environ 2 millions.

L'intérêt du capital de premier établissement qui, d'après ce qui précède, s'élèverait à 50 millions environ, étant de 2 millions, au taux de 4 pour 100, on voit que la réalisation de notre programme représenterait une dépense de 4 millions par an. Si l'on se rappelle que 63 millions sont nécessaires pour donner au service des eaux l'extension convenable et compléter le réseau des égouts, on voit que l'ensemble de tous ces chefs de dépenses représenterait annuellement une somme de 6 millions 1/2, somme que suffirait à couvrir le rendement de la taxe à établir sur les tuyaux de chute.

La Ville pourrait donc, sans porter atteinte à l'équilibre de ses finances, résoudre la question de l'épuration et même de l'utilisation de ses eaux d'égout d'une façon aussi rationnelle qu'irréprochable. Nous avons admis dans tout ce qui précède qu'elle livrerait ses eaux gratuitement à l'agriculture. Notre conviction est qu'elle en obtiendrait une redevance qui, avec le temps, pourrait atteindre un million par an.

Mais, d'un autre côté, la Ville ne peut espérer que l'État lui concède le droit de lever sur ses habitants une taxe de sept millions sans obtenir d'elle, comme contre-partie, une solution satisfaisante de l'épuration de ses eaux. Dans l'état actuel des projets de ses ingénieurs, Paris demande à l'administration des Domaines de lui concéder gratuitement une étendue de 1500 hectares. Et dans quel but? Dans le but nettement avoué de pouvoir se passer de l'agriculture et lui tenir la dragée haute quand viendra le moment psychologique, sur lequel on compte parfaitement, où elle viendra supplier qu'on lui accorde des eaux fertilisantes. Pour fournir les moyens à la Ville de Paris de se rendre ainsi maîtresse de la situation, il faut lui permettre de mutiler la forêt de Saint-Germain, de ruiner des localités dont la villégiature fait la fortune, en leur imposant un voisinage désagréable et incommode, sinon insalubre, s'exposer à une épuration insuffisante de la masse énorme d'eau bourbeuse, qu'il est si urgent de désinfecter complètement. Évidemment cela n'est pas admissible et ne sera pas admis. La Ville ne pourra éviter de se rallier à une solution plus compatible avec les intérêts qui l'environnent, solution qui est du reste susceptible de prendre plus d'une forme.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. Dallot de sa communication, et dit que l'heure avancée ne permettant pas d'ouvrir la discussion, elle sera remise à la prochaine séance.

Les membres admis dans la présente séance sont: MM. Bengel, Jean (Paul), Kaindler, Parent et Soupey.

Séance du 18 Mars 1881.

PRÉSIDENCE DE M. Henri MATHIEU.

La séance est ouverte à huit heures et demie.

Le procès-verbal de la séance du 4 mars est adopté.

M. LE PRÉSIDENT fait part du décès de MM. Nabielak et Pelouze.

M. LE PRÉSIDENT annonce la nomination de M. Diard, à la dignité de commandeur de l'ordre d'Isabelle la Catholique et celle de M. Husquin de Rhéville, notre estimable secrétaire-archiviste, au grade de chevalier de l'ordre de François-Joseph. M. le Président rappelle le zèle et le dévouement avec lesquels M. Husquin de Rhéville, s'est occupé des intérêts de la Société pendant l'Exposition de 1878, ainsi que l'obligeance avec laquelle il a toujours mis les ressources que nous possédons à la disposition des étrangers, et en particulier des délégués de l'Autriche-Hongrie, qui ont bien voulu honorer nos réunions de leur présence.

M. BRÜLL a la parole pour rendre compte de l'ouvrage de M. Vuillemin, sur le bassin houiller du Pas-de-Calais. On trouve dans ce livre : l'histoire de la découverte, de l'exploitation et du développement du bassin du Pas-de-Calais.

M. BRÜLL, par des citations tirées de l'intéressant ouvrage de M. Vuillemin, fait ressortir l'importance et la richesse des gisements du Pas-de-Calais, qui forment aujourd'hui le plus important bassin houiller de France.

M. BRÜLL s'attache à montrer, que ce n'est point à des hasards heureux, comme seraient tentées de le croire certaines personnes, qu'est dû l'état florissant de ce bassin. Il est dû bien plutôt à d'intelligentes et patientes recherches, à des installations puissantes et perfectionnées, à une exploitation savamment organisée. C'est ainsi qu'une pléiade d'habiles ingénieurs et d'administrateurs éprouvés, soutenus par la confiance des capitaux, ont pu, par un travail infatigable, répandre autour d'eux la prospérité, assurer

une large rémunération aux sommes qui leur ont été confiées et contribuer puissamment au développement de la prospérité générale.

Ce compte rendu sera publié *in extenso* dans le bulletin de mars.

A la suite de ce compte rendu M. Quéruel demande quelques compléments d'explication sur les améliorations proposées dans le service des voies navigables. Il demande si les écluses doivent être allongées ou élargies.

M. Brüll répond que les écluses seront doubles, c'est-à-dire jumelles et accolées latéralement. Elles auront 38m,50 de longueur, 5m,50 de largeur; la profondeur sera de 2 mètres au lieu de 1m,40.

M. Quéruel pense que pour arriver à l'économie du transport on devrait s'attacher plutôt à allonger les écluses qu'à les élargir. On est conduit à cette solution en cherchant à avoir le moindre déplacement de liquide pour un tonnage donné; c'est en effet dans cette voie que l'on est entré pour les ports et les bâtiments de mer, et M. Quéruel croit que la même solution doit être appliquée aux voies navigables. A ce sujet, il regrette que l'on n'ait pas songé à utiliser les fossés des fortifications, aujourd'hui inutiles de la ville de Douai, pour en faire des canaux, au moyen desquels on pourrait faire contourner la ville aux bateaux qui la traversent.

M. Brüll fait remarquer que l'auteur du projet, M. Flamand, a donné à peu près satisfaction aux conditions d'économie demandées par M. Quéruel en employant des écluses doubles accolées latéralement.

M. Quéruel ne saisit pas bien le rôle de ces écluses jumelles.

M. Brüll explique que par ce moyen, on n'a à remplir ou à vider qu'une écluse lorsque le nombre des bateaux n'exige pas l'emploi des deux ensemble.

M. Quéruel persiste à croire qu'il y aurait plus d'économie à doubler une écluse en longueur qu'à la doubler en largeur; parce qu'en coupant l'écluse en deux parties par une paire de portes, l'économie d'eau et de temps s'y trouve également réalisée. Considérée au double point de vue du service des écluses et de la pratique de la navigation, la longue écluse admet deux bateaux à la fois, sans rompre la ligne de direction et n'exige la manœuvre que de deux portes, au lieu de quatre du système d'écluses jumelles.

M. le Président donne la parole à M. Durand-Claye, ingénieur des ponts et chaussées, invité à assister à la séance pour la discussion sur les égouts de Paris.

M Durand-Claye s'exprime en ces termes :

Messieurs, j'ai demandé à M. le Président de vouloir bien m'accorder quelques instants pour vous entretenir de la question qui est à votre ordre du jour, la question des égouts de Paris.

Je n'ai aucun titre pour intervenir officiellement dans votre discussion;

je n'ai pas, et je ne puis avoir l'honneur d'être membre de votre Société. D'autre part, vous comprendrez facilement, qu'en cette grave question, je ne suis pas absolument libre. Le vote du Conseil municipal de la Ville de Paris me lie comme ingénieur de la Ville, et mon titre d'ingénieur des ponts et chaussées me lie comme ingénieur de l'État. Ce que je voudrais simplement, c'est de vous faire comprendre peut-être plus nettement que l'auteur de la communication du 4 mars, qui, je le reconnais, a apporté dans son exposé une grande conscience et une parfaite urbanité, quelles sont les intentions qui nous animent, nous, ingénieurs municipaux de France et de l'étranger; c'est de bien spécifier l'esprit dans lequel nous travaillons, le but vers lequel nous tendons. Aujourd'hui, et il faut s'en féliciter, les questions municipales sont cosmopolites: les Allemands, les Anglais, les Américains, les Français sont en relations techniques et scientifiques les uns avec les autres; chacun regarde ce qui se passe chez son voisin, et il ne se fait rien à Paris qui ne soit aussitôt connu jusqu'en Amérique, et inversement.

Dans le remarquable rapport qu'il adressait, il y a dix-huit mois, à l'administration municipale, l'éminent directeur des travaux de Paris, M. Alphand, a examiné trois points principaux : la question des eaux, la question des vidanges, la question des égouts, et, comme conséquence de la question des égouts, la question d'épuration et d'utilisation de leurs eaux.

Sur la question des eaux, il est évident que plus il y a d'eau à la disposition d'une ville, surtout d'une ville qui compte près de 2,000,000 d'habitants, mieux les nécessités de la salubrité et de l'hygiène publiques sont satisfaites; on doit avoir le plus d'eau possible. Et je n'ai rien à ajouter, à ce point de vue, aux considérations que vous a présentées M. Dallot.

Peut-être a-t-il un peu assombri notre situation présente à Paris.

La quantité d'eau amenée dans notre ville, en 1879, était de 324,000 mètres cubes en moyenne par jour, pour une population de 2,000,000 d'habitants, soit plus de 150 litres par tête et par jour. Il n'y a pas une capitale en Europe qui fournisse une telle quantité d'eau à ses habitants d'une manière continue.

Cette quantité d'eau est partagée entre le service privé et le service public. Le service privé, comprenant toute l'eau qui est distribuée à l'intérieur des maisons, consomme :

Service privé (47,000 abonnements).	95,000^{mc}.
Établissements publics.	23,000
Fontaines à puisage.	9,000
Total.	127,000^{mc}.

Le service public comprend l'eau qui est distribuée à l'extérieur pour le lavage des égouts et des ruisseaux, et consomme de ce chef 139,000 mètres

cubes, plus 58,000 mètres cubes pour l'arrosage, soit en tout 197,000 mètres cubes.

Cette division en service public et privé correspond à un programme que cherche à réaliser le service des eaux de la Ville. Dans chaque rue doit être établie une double canalisation, l'une pour le service privé, l'autre pour le service public. Les eaux proviennent de deux origines différentes : les unes sont élevées ou dérivées de rivières, les autres sont empruntées à des sources et conduites en aqueduc jusqu'aux réservoirs.

Les eaux provenant de rivières, de la Seine, du canal de l'Ourcq, etc., sont froides en hiver et chaudes en été; les eaux de sources au contraire, sont des eaux d'une grande pureté qui échappent aux variations de température; elles ont en moyenne de 10 à 12 degrés.

Le problème qu'on cherche à résoudre est de faire en sorte que toutes les eaux amenées par les sources, soit 126,000 mètres cubes, soient consacrées au service privé. Donc, dans chaque maison, de l'eau pure pouvant aller à chaque étage; quant au service public, on lui réserve l'eau moins pure de la Seine (35,000 mètres cubes), de la Marne (80,000 mètres cubes), de l'Ourcq (106,000 mètres cubes), des puits artésiens (7,000 mètres).

Lorsqu'on poursuit l'augmentation de l'eau à Paris, ce n'est pas parce qu'il y a disette. Je vous l'ai dit, Paris est aujourd'hui mieux partagé, sous ce rapport, que la plupart des villes d'Europe; seulement, ce qu'il s'agit de faire, c'est que l'eau parfaitement pure soit destinée au service privé, et que l'eau moins pure soit consacrée au service public. On cherche donc à augmenter de 150,000 mètres cubes la quantité d'eau disponible, de sorte qu'on puisse à la rigueur porter, en utilisant toutes les forces, le cube disponible par jour à 500,000 mètres cubes; il faut que quand une des branches de l'alimentation vient à manquer, elle soit immédiatement suppléée par un appareil de réserves; il faut que, par les grandes chaleurs, on puisse être libéral dans la distribution; enfin il faut qu'on puisse étendre le pouvoir de notre beau système d'égouts, en diluant leurs eaux et leur permettant de se charger de plus en plus des détritus de toute sorte de la Ville.

Donc, pour résumer les travaux et projets du service des eaux en un mot, canalisation d'eau fraîche et pure pour les maisons, et canalisation en eaux de rivières, de Seine, etc., pour le service public, le tout à une dose *minima de* 150 *litres* par tête et par jour, et *maxima de* 250 *litres*.

Je passe maintenant à la question des vidanges.

La question des vidanges est plus délicate que celle des eaux et peut-être aussi moins nettement arrêtée dans certains détails. C'est, je le reconnais, chose grave de s'attaquer à une industrie existante. Et il est impossible cependant de faire faire un progrès à l'assainissement de nos maisons sans troubler l'industrie actuelle des vidanges, tant pour son exploitation en ville que pour l'extraction des produits chimiques qui dérivent des

vidanges, il faut agir avec beaucoup de prudence et s'appuyer sur des faits bien établis.

Je dois d'abord citer quelques chiffres qui feront voir que la transformation de nos horribles fosses d'aisance n'a peut-être pas le caractère révolutionnaire qu'on lui prête.

Si nous prenons, en effet, ce qui se passait en 1869, à une époque où la totalité des matières de vidange étaient portées au dépotoir municipal de La Villette, on voit qu'il arrivait à cet établissement, par jour de service, 2,000 mètres cubes environ, soit par jour de la semaine 1,700 mètres cubes. Or, il résulte des constatations des physiologistes et des chimistes, qu'un habitant d'une ville comme Paris, en tenant compte de la proportion relative des hommes, des femmes, des enfants, produit par jour $1^{k},26$ d'excréments, dont $0^{k},09$ solides et $1^{k},17$ liquides. Pour une population de 2,000,000 d'habitants, cette production correspond à un poids journalier de 2,520,000 kilogr., environ 2,520 mètres cubes. Les 1,000 kilogr. d'excréments dosent $9^{k},378$ d'azote. La production totale de Paris correspond donc à une quantité de $2,520 \times 9,378$ ou 23,630 kil. d'azote. Or, en 1869, l'apport au dépotoir n'était que de 1,700 mètres cubes par jour avec un dosage de $3^{k},50$ en azote. Il ne se retrouvait donc dans les vidanges des fosses que $1,700 \times 3,50$ ou 5,950 kil. d'azote. C'était seulement les 25 pour 100 de la production journalière.

Ainsi, la perte apparente d'azote disponible des vidanges était dès cette époque des 3/4. Et cela n'a rien d'étonnant si l'on tient compte de ce fait: que, dans les matières liquides, il y a huit fois plus d'azote que dans les matières solides, et que la foule d'urinoirs existant à Paris et toujours si bien achalandés, enlève aux vidanges une grande partie des matières liquides, puisque ces urines descendent aux égouts.

D'un autre côté, si l'on pénètre dans des maisons d'ouvriers comme il y en a tant dans certains quartiers, c'est une infection. On voit des plombs, où l'ouvrier, qui ne se soucie pas de sortir la nuit de sa chambre, vient verser toutes les déjections de la famille et ses eaux ménagères; par conséquent, dans tous les quartiers pauvres de Paris, ce sont des matières de vidange qui descendent bien souvent à l'égout directement par les branchements ou par le ruisseau. Là, on est témoin d'un fait bien regrettable. Le propriétaire d'une maison d'ouvriers leur fait une guerre déplorable au point de vue de la salubrité; il leur défend de mettre une goutte d'eau dans les cabinets d'aisance, parce qu'un litre d'eau descendu dans la fosse, coûte à extraire autant qu'un litre de vidanges; de là infection et abandon des cabinets communs, voués à une insalubrité certaine; de là l'état sanitaire déplorable de nos faubourgs les plus populeux.

J'ajouterai qu'à côté de ces pratiques regrettables, des écoulements directs de vidange à l'égout sont pratiqués dans des conditions meilleures par bon nombre d'établissements publics, les Invalides, l'École-Militaire, la Salpêtrière, etc. Enfin, il existe dès aujourd'hui plus de 15,000 tinettes-filtres, envoyant leurs liquides aux égouts. Donc ceux-ci

sont déjà chargés de vidange; et on a une vérification de ce fait dans le calcul suivant :

En prenant, avec MM. Husson et Mangon, ce qui entre annuellement dans Paris d'azote contenu dans les objets de consommation, on trouve un total de 9,147,000 kil. Ces objets, après être passés dans l'organisme ou avoir séjourné dans nos habitations sortent sous trois états : vidanges, eaux d'égout, ordures ménagères. En multipliant les cubes de ces trois classes de détritus par leur titre, on trouve un total de 9,188,000 kil. d'azote, chiffre aussi rapproché que le comporte ce genre de calcul de la quantité constatée à l'entrée. Ainsi, il y a onze ou douze ans, il était déjà constaté que dans les matières de vidange, on ne retrouvait à peu près que le quart d'azote théorique, et que les trois autres quarts, loin de disparaître, se retrouvaient pour la majeure partie à l'égout.

Vous comprendrez, Messieurs, comment il peut n'être pas téméraire de s'engager à la suite de toutes les capitales de l'Europe et de toutes les grandes villes d'Amérique dans le système de l'écoulement à l'égout. Il est clair, du reste, qu'en vous donnant ici mon opinion personnelle, je n'engage à aucun titre l'administration; mais c'est avec une profonde conviction que je me range parmi ceux qui désirent l'envoi direct de toutes les vidanges aux égouts. Ce qui me confirme dans cette façon de voir, ce sont les faits dont j'ai été témoin dans mes nombreux voyages. A Londres, il n'y a plus de fosses fixes; Vienne, Rome, Berlin, Breslau, Dantzig, toutes les villes de l'Europe, ont adopté ce système; et non seulement on n'y a pas trouvé d'inconvénients, mais on y a rencontré de grands avantages : ainsi, à Dantzig, où auparavant la mortalité était de 38 par 1,000, ce qui était considérable, la mortalité est tombée, après l'emploi de ce système, à 26 ou 27, c'est-à-dire a été réduite de 25 pour 100.

A Paris, la règle générale actuelle est d'avoir des fosses fixes qui contiennent à peu près 20 mètres cubes. Vous savez tous comment se fait l'extraction. Il n'y a qu'à se promener dans les rues le soir pour en être témoin. On a dit que, depuis dix ans, la Ville de Paris cherchait à tirer parti à tout prix des vidanges, et que les Compagnies qui s'étaient chargées de l'entreprise avaient subi de grands désastres par suite des difficultés administratives et financières qui leur étaient imposées. Eh bien ! si quelqu'un veut nous débarrasser des 100,000 mètres cubes déposés à Bondy, je crois ne pas m'avancer en lui affirmant qu'on le recevra à bras ouverts, même au prix de 4 francs le mètre cube, ce qui n'est pas le cinquième de la valeur théorique de notre fameux stock de Bondy.

On proclame que les vidanges de Paris sont une mine inépuisable de richesse. Mais lorsqu'il s'agit de vendre des matières de vidange, il y a une série de manipulations très délicates, très désagréables pour les voisins, et la valeur pratique est fortement grevée des frais de transport et de fabrication.

Le bénéfice n'arrive qu'en sacrifiant les mesures de salubrité, souvent du reste à peu près impossibles à réaliser.

Qu'est-ce qu'on veut faire à Paris ? Le Conseil municipal a tout simplement admis la suppression des fosses fixes. Quant à moi, je crois que l'écoulement direct des vidanges à l'égout n'aurait pas d'inconvénient, pourvu qu'il ne fût pas fait en même temps dans tout Paris. Il faut répartir d'une manière rationnelle les 120,000 mètres cubes qui, dès aujourd'hui, sont consacrés au lavage des ruisseaux et des égouts. Il faut les verser dans les mauvais égouts, et ne plus les lâcher où il y a excès d'eau. Il faut étudier un système de chasses, et aucun inconvénient ne sera à craindre. J'ai eu occasion de faire tout à fait en grand des additions de vidange même fermentées et non fraîches, ce qui est tout différent, dans certains égouts, et avec une quantité d'eau convenable, qui ne dépassait pas cependant 20 à 30 fois le cube de vidanges; personne, ni dans les égouts, ni sur la voie publique, ni dans la plaine de Gennevilliers, où ces eaux arrivaient, ne s'est aperçu de rien.

Je sais bien qu'on a dit qu'avec la suppression des fosses fixes la population serait grevée de frais exorbitants. C'est une erreur. Il ne faut pas confondre une *chute* avec un *branchement* de maison. Vous savez qu'il y a 73,000 maisons à Paris. Ces maisons comportent bien, en effet, plus de 200,000 chutes venant des cabinets d'aisance; mais chaque chute ne correspond pas à un branchement. Si chaque maison avait son branchement, cela ferait 73,000 galeries à l'égout. L'Administration autorise souvent un branchement pour deux maisons : la dépense n'est donc pas 73,000 fois, mais seulement 50,000 fois environ le prix d'un branchement qu'il faut prévoir.

Mais ces 50,000 branchements doivent être exécutés, indépendamment de l'addition des vidanges aux égouts. Depuis 1852, chaque propriétaire est tenu de faire un branchement d'égout pour y envoyer ses eaux pluviales et ménagères. S'il emploie la tinette-filtre et ajoute ainsi des vidanges, au moins liquides, il paye un droit de chute de 30 francs. En outre, il est vrai qu'aujourd'hui la location des tinettes est assez chère; ces frais seront notablement diminués quand le système se généralisera, et s'il n'y avait plus de tinettes, si tout allait à l'égout, tous les frais accessoires disparaîtraient pour le propriétaire, qui n'aurait plus que les frais de branchement et le droit de 30 francs par chute, droit alors bien faible en regard des dépenses actuelles de la vidange, et surtout de ses inconvénients.

J'arrive à la troisième question, qui est la question des égouts.

Nous sommes encore ici dans une assez bonne situation. Il y avait, à Paris, au 1er janvier 1880, 633 kilomètres d'égout proprement dit, plus 204 kilomètres de branchements privés ou publics, soit 837 kilomètres de galerie en tout; il en reste à établir 410 kilomètres environ. J'ai été un peu surpris, je dois l'avouer, d'entendre M. Dallot regretter que le Conseil municipal ait décidé l'exécution complète de ce dernier réseau et faire ressortir, avec une apparence de critique, la dépense de 40,000,000 francs qui en résultera.

M. Dallot fait observer qu'il n'a pas fait de critique.

M. Durand-Claye. Je suis heureux de prendre acte de la déclaration de M. Dallot, dont j'avais mal interprété la pensée. Je le répète, il faut 44 millions pour faire les égouts de Paris. Et le Conseil municipal, dont personne ne peut critiquer la bonne volonté en ce qui concerne les travaux destinés à améliorer le bien-être matériel de la population, aura toujours raison de classer ces travaux parmi les plus urgents. Il faut que tous les quartiers, et surtout les quartiers excentriques, soient munis de leur égout.

Vous me permettrez d'insister un instant sur le rôle des égouts à Paris.

Vous le savez, tout le réseau est dû, en principe, au regretté M. Belgrand, et je suis heureux de pouvoir devant vous, Messieurs, qui formez une assemblée si compétente, exprimer bien imparfaitement le sentiment de reconnaissance que son œuvre doit inspirer à toute la population parisienne. En quoi nos égouts diffèrent-ils des égouts des autres villes de l'Europe? C'est qu'à Paris ils doivent servir à trois usages.

D'abord, ils doivent recueillir la pluie. Dans une ville comme Paris, il ne faut pas que, quand il pleut, les rues soient inondées, et qu'on soit obligé de les traverser sur une planche, comme je l'ai encore vu dans mon enfance au faubourg Montmartre, comme on le voit trop souvent encore dans un grand nombre de villes de l'étranger, où les égouts sont insuffisants. Il y a, à Paris, des averses qui donnent 2 millimètres d'eau en une minute; ce qui fait, pour tout Paris, 2,600 mètres cubes à la seconde. Il faut que ces torrents d'eau trouvent un vaste réseau d'égouts à sections suffisantes, qui les emmagasinent, les écoulent successivement vers les collecteurs. On a donc dû faire des égouts assez grands, parce que Paris ne pouvait pas être submergé, comme la plupart des villes de l'Europe, même Londres, lorsqu'il pleut.

En second lieu, les égouts doivent recevoir les eaux ménagères, qui fournissent un cube assez régulier, 135,000 à 150,000 mètres cubes par jour. Les égouts de Paris se composent donc à leur partie supérieure d'une voûte circulaire ou ovale pouvant recevoir toutes les eaux de pluie, et de cuvettes inférieures calculées pour les eaux ménagères. Enfin les égouts de Paris, à grande section, peuvent recevoir et reçoivent non seulement les fils des télégraphes, des téléphones, les tuyaux des horloges pneumatiques, etc., mais encore et surtout toute la canalisation d'eau. Pour établir les centaines de kilomètres de notre distribution, il n'y a pas besoin d'éventrer nos avenues et nos boulevards.

Les conduites publiques, les prises d'eau particulières se posent dans l'égout ou dans le branchement. Les 73,000 maisons de Paris, lorsqu'elles seront toutes munies de leur branchement, pourront faire leur service d'eau propre comme leur service d'eau sale, sans qu'aucun propriétaire gêne son voisin ou soit gêné par lui; et ce n'est certes pas là un des

éléments les moins importants de la justification du magnifique réseau des égouts de Paris.

On a dit que nos égouts étaient mauvais, parce qu'ils avaient une pente inférieure à ceux de l'étranger.

Cette assertion est inexacte. Dans toutes les grandes villes d'Europe, les collecteurs ont des pentes de 0m,40 à 0m,50 seulement par kilomètre, tout comme à Paris. La canalisation de Berlin offre même une disposition curieuse à cet égard.

A Paris, Londres, Bruxelles, etc., les collecteurs ont été établis dans les thalwegs des vallées, parallèlement aux deux rives des fleuves ou rivières, de manière à intercepter aux points bas toutes les eaux affluentes. A Berlin, les collecteurs divergent du centre de la ville vers la circonférence, avec une pente de 0m,36 et 0m,50 par kilomètre en sens contraire de la pente naturelle du terrain, qui est presque insignifiante. En cinq points du périmètre, on a établi des machines qui relèvent nuit et jour les eaux d'égout et les envoient vers les champs épurateurs.

Nous avons donc à Paris, un système d'égout, qui n'est grevé d'aucune sujétion spéciale, qui vaut certainement ceux de l'étranger, et qui lui est même supérieur au point de vue de la distribution des eaux.

Reste la réception et l'épuration des eaux d'égout, additionnées ou non de vidanges. Je vous avouerai que pour moi, au point de vue du traitement de ces eaux, la présence ou l'absence des matières de vidange ne change rien aux données générales du problème et à sa solution.

En Angleterre, les vidanges se trouvent toujours mêlées aux eaux d'égout; 68 villes épurent à l'heure actuelle ces eaux par l'action du sol et de la végétation; j'en ai visité plusieurs, et je n'ai vu aucune différence pratique entre les liquides qui arrosent les prairies de Croydon ou les légumes de Bedford et ceux que nous répandons dans la plaine de Gennevilliers.

Quoi qu'il en soit, la question des eaux d'égout était née; le jour où les collecteurs de Paris étaient exécutés et versaient dans la banlieue la totalité de nos eaux impures, soit environ 260,000 mètres cubes par jour. Il y avait un moyen qui paraissait bien simple de les résoudre, c'était de les jeter hors de Paris, de les mêler aux eaux de la Seine et de laisser les riverains s'en débarrasser comme ils pourraient et jouir tout à leur aise du spectacle du fleuve profondément souillé.

J'ai trouvé à ce sujet un document curieux; vers 1865 ou 1866 les égouts collecteurs commençaient à fonctionner, et à cette époque on avait l'habitude des communiqués officiels envoyés aux journaux. Un communiqué de la Préfecture de la Seine, eut la prétention de démontrer que les eaux d'égout jetées à la Seine ne l'altéreraient pas, et que l'eau prise au-dessous du pont d'Asnières était restée parfaitement potable.

Mais, dès 1867, M. Haussmann, comprenait le devoir qui s'imposait à la Ville, et depuis lors la Ville de Paris a fait des efforts considérables pour arriver à assurer l'épuration de la Seine.

Il y a un remède d'apparence héroïque que je suis confondu d'entendre reproduire encore aujourd'hui. On a dit : La Ville de Paris est assez riche; qu'elle fasse aller ses égouts jusqu'à la mer, et tout sera fini.

Je ferai simplement deux remarques : c'est que pour faire un égout de Paris à la mer, la pente est absolument insuffisante, 25 mètres en tout sur 250 kilomètres, soit à peine $0^{m},10$ par kilomètre; on aurait là une vaste galerie de dépôt, empoisonnant toutes les contrées traversées. Ensuite, que deviendront les eaux une fois arrivées à la mer? Par quel procédé oxyderait-on les matières organiques, les rendrait-on inoffensives, *purifierait-on* les eaux? Les 300,000 mètres cubes, versés chaque jour formeraient un cloaque dangereux et incommode au premier chef pour les habitants des côtes.

Sur nos côtes, il n'y a pas de courant unique et violent qui puisse entraîner ces eaux; elles seront ballottées par les marées et les vents; les inconvénients sont manifestes à Brighton, où les bains de mer commencent à être infectés, à Trieste, etc. Aussi les villes maritimes elles-mêmes, cherchent-elles à détourner les eaux d'égout de leurs côtes et à les épurer par le sol; à Dantzig, qui n'est qu'à quatre kilomètres de la mer, et que je viens de visiter, on conduit les eaux d'égout sur les dunes de Weichselmunde où on les emploie à l'irrigation. J'étudie pour Odessa un système analogue. Que la Ville de Paris essaie d'envoyer ses eaux sur nos côtes entre Trouville et Étretat; elle n'aurait pas longtemps à attendre pour voir s'élever une opposition formidable et justifiée, car on empoisonnerait les belles rives de la Manche et on ne purifierait pas un mètre cube d'eau infecte. On a cherché d'autres moyens : on a employé les procédés chimiques, et ils sont nombreux; mais tous ont donné le même résultat. Ils sont admissibles pour clarifier les eaux, pour faire déposer toutes les matières solides; mais on n'est pas parvenu à faire sortir des eaux les matières dissoutes, susceptibles de fermentation.

Ces matières restent presque intégralement dans les eaux, rendues claires, mais non purifiées. C'est ainsi qu'à Paris, sur $0^{k},045$ d'azote contenus, au mètre cube d'eau d'égout, $0^{k},020$ à $0^{k},025$, soit la moitié, sont à l'état de substances putrescibles dissoutes et que tous les procédés chimiques essayés, notamment le sulfate d'alumine, ont laissé intacts ces éléments, source la plus active de la fermentation. J'ajouterai que les procédés chimiques, qui n'épurent pas, coûtent cher; on n'est pas arrivé à dépenser moins d'un centime par mètre cube clarifié, rien qu'en réactif, ce qui représente pour Paris un million par an, sans compter les frais de manutention, d'extraction, de séchage des dépôts, qui, par leur masse concentrée, fourniraient en outre un vaste foyer d'infection. Je ne fais qu'indiquer très sommairement ces objections; je viens de les développer dans un rapport en réponse à un article publié par M. Aubry dans la *Revue des Deux-Mondes*, rapport que je serais heureux de communiquer à ceux d'entre vous qui désireraient plus de détails.

J'arrive maintenant au système, qui, à l'heure actuelle, paraît le seul

pratique, le seul rationnel, à l'épuration des eaux par le sol. Il y a deux actions du sol: une action physique, une action de filtrage; les matières solides ne passent pas et ne peuvent passer à travers le filtre parfait que forment les particules de la terre arable et du sous-sol. C'est donc un premier résultat physique qui donne déjà une supériorité au procédé sur la précipitation artificielle.

Mais en outre le sol, lorsqu'il est perméable et bien aéré, jouit de la propriété d'oxyder et de minéraliser toutes les matières organiques et ammoniacales qui le traversent. M. Schlœsing a mis ce fait en évidence: nous avions démontré nous-même que, lorsqu'on verse des eaux d'égout sur un prisme de terre même dépourvu de toute végétation, et ayant 1m,80 à 2 mètres de hauteur, il passe au-dessous de ce prisme à peu près la même quantité d'azote que ce qu'on a mis au-dessus; seulement, cet azote est à l'état d'azotates, matières minérales inoffensives à faibles doses, non susceptibles de fermenter. M. Schlœsing, poussant plus avant cette étude, a pris un tube de 2 mètres de hauteur, dans lequel il introduisait de la terre calcinée, du sable, etc: — il a reconnu, ainsi que nous l'avions montré, ainsi que l'avait également reconnu M. Frankland, en Angleterre, par de nombreuses analyses, qu'au bout de quelques heures toute la matière organique était oxydée. Puis, s'inspirant des belles découvertes de M. Pasteur, il a pensé que cette oxydation était le fait de microbes, d'animalcules microscopiques; il a fait passer du chloroforme, dans ses tubes et les animalcules se sont comme endormis, et l'oxydation a cessé. Si des lavages enlèvent l'anesthésique, l'oxydation reparaît au bout d'un certain temps. — M. Schlœsing a poursuivi ses études de la manière la plus heureuse, il a isolé cette sorte de ferment nitrique; il a vu que l'excès de sécheresse comme l'excès d'humidité, le tuent et empêchent son action purificatrice. — Il a reconnu également que pour que cette oxydation se produise, il faut du calcaire, il faut une base, avec laquelle l'acide naissant puisse se combiner. — A côté de cette action si intéressante et suffisante pour l'épuration du sol en lui-même, le savant Directeur de l'observatoire de Montsouris, l'honorable M. Marié-Davy, a cherché à se rendre compte du rôle complémentaire de la végétation, qui accompagne et doit accompagner le versement des eaux d'égout sur le sol. — Il a placé dans des bassins complètement fermés, de la terre de la plaine de Gennevilliers sur 2 mètres de hauteur; il a semé sur plusieurs centaines de mètres carrés, sur le sol de ces bassins, des cultures diverses; il a cherché ce qu'il arrivait d'eau au fond de ces bassins en les recueillant à l'aide de drains, et il a trouvé que par mois, une bonne récolte peut évaporer 5,000 mètres cubes d'eau par hectare, soit 60,000 mètres cubes en 12 mois, sans que rien descende au sous-sol, et cela en entretenant une végétation luxuriante.

La végétation a donc pour résultat d'évaporer l'eau, de faire un vrai drainage vertical très énergique.

A ce point de vue, elle complète très heureusement, soit l'écoulement naturel des nappes souterraines, soit les drainages nécessaires dans les

terrains peu perméables, soit les saignées souterraines, comme celles que nous venons de pratiquer sur plusieurs kilomètres dans la plaine de Gennevilliers, à l'aide de conduites de 0m,45 de diamètre, placées à 4 mètres de profondeur et destinées à assainir à cette forte profondeur, quelle que soit la saison, en temps de crues comme en l'absence de végétation, les caves et carrières de la plaine. Je dirai, en passant, que nous paraissons à ce dernier point de vue avoir trop bien réussi, puisqu'on nous poursuit aujourd'hui de nombreuses réclamations pour avoir asséché des puits. Enfin, ces récoltes sont toujours luxuriantes, exigent et enlèvent une forte proportion de matières fertilisantes et commencent l'*utilisation* tout en complétant l'*épuration*, due au sol.

Vous comprendrez maintenant, Messieurs, j'ose l'espérer, quel doit être dans cette question le rôle d'une municipalité comme Paris? Est-ce de faire une restitution philosophique et dire : Je consomme 9 millions d'azote, je dois rendre 9 millions d'azote à la culture? doit-elle se poser le problème sous cette forme abstraite?

Non : ce qu'elle doit faire, c'est d'assurer la salubrité au dehors de ses murs, comme elle assure la sécurité dans ses rues. Ce qu'il faut, c'est qu'on épure les eaux d'égout, c'est qu'on empêche ces détritus de toutes sortes d'être nuisibles et incommodes, sans se préoccuper de réaliser une bonne affaire, en payant ce qu'il faut, mais en préparant les voies pour que la restitution au sol soit possible, en commençant l'utilisation agricole, en la rendant pratique, mais en la plaçant en seconde ligne, l'épuration, l'assainissement, étant au premier rang.

C'est à ce point de vue que nous pouvons affirmer qu'on peut très facilement épurer, au minimum, sur un sol perméable, 50,000 mètres cubes d'eau d'égout par hectare et par an. On peut même aller plus loin. En Angleterre, M. Frankland a été jusqu'à 120,000 mètres cubes; par conséquent, 50,000 mètres cubes, est un chiffre autour duquel on peut osciller en plus ou en moins, suivant la nature du sol, du climat, etc. La ville de Paris a dû chercher autour d'elle les localités qui se prêtent à l'opération, ainsi conçue : pour 100,000,000 de mètres cubes par an à 50,000 mètres cubes par hectare, il lui faut environ 2,000 hectares pour épurer ses eaux. Elle a déjà la plaine de Gennevilliers. Avant la guerre, nous avions là un petit champ d'essai de quelques hectares. L'essai a grandi et est devenu un service régulier. La surface irriguée dans la plaine de Gennevilliers s'est étendue; des machines puissantes ont été installées; dans deux mois, il y aura 1,100 chevaux de force à l'usine de Clichy; dès aujourd'hui, nous avons 400 chevaux qui, suivant les saisons, montent de 40,000 à 100,000 mètres cubes par jour; une dérivation amène du côté de Saint-Ouen une autre fraction des égouts de Paris. En 1880, nous avons versé plus de 15,000,000 de mètres cubes sur la plaine de Gennevilliers; 30 kilomètres de conduites en béton moulé les distribuent sur de nombreuses parcelles.

La Ville de Paris n'a aucun droit sur la plaine de Gennevilliers; tout se

fait du consentement libre des intéressés, et néanmoins, à la date du 1er janvier, il y avait 450 hectares irrigués appartenant à des particuliers, sur lesquels, je le répète, nous n'avons aucun droit. Si ces paysans nous supportent, c'est qu'ils le veulent bien; ils n'auraient qu'un mot à dire pour faire arrêter nos machines et nos irrigations. Ce sont eux qui, été comme hiver, fixent pratiquement les époques et les doses d'arrosages, qui sont de 40,000 à 50,000 mètres cubes.

Je serais très heureux qu'aux premiers beaux jours la Société voulût bien parcourir la plaine et vît ces innombrables rigoles, si bien tracées aujourd'hui par nos cultivateurs, qui profitent avec tant d'intelligence des eaux fécondantes mises libéralement à leur disposition.

La municipalité de Gennevilliers, avec qui nous avions eu quelques difficultés, s'est mise d'accord avec la Ville de Paris; sans attendre les déclarations d'utilité publique, elle nous livre tous ses chemins pour y installer nos conduites de distribution. Nous lui assurons la jouissance des eaux pendant douze années, et la Ville de Paris intervient en remboursant quelques frais de contentieux à la commune, et l'aidant dans ses travaux d'intérêt public.

Nous avons donc, dès aujourd'hui, 450 hectares et nous aurons à bref délai 600 hectares, soumis à l'irrigation dans la plaine de Gennevilliers.

Il restait environ 1,400 hectares à trouver. L'honorable M. Krantz, l'éminent sénateur, nous a donné, dans une commission dont il était membre comme ingénieur en chef de la Seine, une indication précieuse. Il nous a engagés à examiner en dehors du cap de Gennevilliers, qui, avec ses parties basses de Nanterre et Rueil, offrait déjà les 2,000 hectares, le cap qui termine la presqu'île de la forêt de Saint-Germain, vers Achères.

Il y a là des terrains, absolument nus et stériles, défrichés depuis longues années, formant deux fermes domaniales misérables; des tirés clairsemés, et ne contenant sur 1400 hectares que 400 à 500 hectares de bois absolument chétifs. Nous avons projeté d'amener sur ce point si favorable, où ne se rencontre ni un village, ni une seule maison de campagne, tout ce que Gennevilliers et ses annexes ne consommeront pas. Cette solution, complète pour l'instant, est-elle absolument et irrévocablement définitive? Non! La Ville de Paris demande à prendre cette vaste surface parce qu'elle est suffisante pour faire l'épuration pendant de longues années, tout en transformant ces terrains misérables en riches cultures. Mais elle ne peut et ne veut pas refuser d'étendre l'opération.

Je ne puis mieux faire, Messieurs, que de vous lire les deux pièces qui établissent l'état vrai et officiel de l'affaire; vous verrez dans quel sage et libéral esprit a conclu le Conseil municipal, après cinq ans d'études, faites par la 6e Commission (de 1875 à 1880), après audition de tous les intéressés, après visite des lieux.

Voici les termes mêmes de la délibération du 23 juin 1880 :

« Le Conseil municipal délibère ;

« Il y a lieu :

« ART. 1er. — De rendre la vidange des déjections fécales et autres à l'égout, obligatoire à Paris dans le délai de trois ans pour tous les propriétaires riverains des rues pourvues d'égout, ou qui le seraient ultérieurement ;

« ART. 2. — M. le Préfet de la Seine est invité à solliciter du Gouvernement la présentation d'une loi autorisant la perception d'une taxe sur chaque tuyau de chute des déjections, cette taxe ne devant pas être moindre de celle de 30 francs par chute, aujourd'hui librement consentie par les propriétaires de plus de 14,000 tuyaux ;

« ART. 3. — L'installation des chutes et la perception de la taxe devront être réglées par un règlement approuvé par le Conseil ;

« ART. 4. — Est approuvé le programme, présenté par le Directeur des travaux, et qui donnera lieu à une dépense d'environ 35 millions de francs, déduction faite de travaux exécutés en 1879 et de crédits disponibles pour 1880 ;

« ART. 5. — Les égouts nouveaux seront exécutés en commençant, de préférence, par les rues dont la canalisation d'eau de source n'existe pas encore ;

« ART. 6. — Sont approuvés en principe la continuation de l'irrigation dans la plaine de Gennevilliers, la conduite des eaux d'égout dans la partie basse nord-ouest de la presqu'île de Saint-Germain, et sur les fermes domaniales attenantes, et la livraison des eaux d'égout prises sur les conduites, soit aux agriculteurs, soit à toute personne qui voudrait les traiter par des procédés chimiques ou autres, pour les épurer et en retirer un produit commercial, à leurs frais, risques et périls, le tout conformément à un règlement à intervenir ;

« ART. 7. — M. le Préfet de la Seine est invité, en prévision de l'hypothèse où la surface de 1500 hectares, prise à Achères, ne suffirait pas pour assurer une épuration complète et sans inconvénient pour les populations voisines, à mettre immédiatement à l'étude la prolongation de la canalisation des eaux d'égout et leur emploi à l'irrigation sur d'autres territoires, dans la vallée de la Seine ;

« ART. 8. — M. le Préfet de la Seine est invité à présenter, à bref délai, des projets concordants, quant à leur importance, avec l'accroissement prévu de l'emploi de l'eau dans Paris, et présentant des garanties complètes, quant à la solidité et au bon entretien des ouvrages, tout en se maintenant dans une sage économie ;

« Art. 9. — M. le Préfet de la Seine est invité à demander au Gouvernement la présentation d'un projet de loi ayant pour objet de déclarer d'utilité publique, les travaux et l'achat de terrains nécessaires pour l'épuration des eaux des égouts de Paris et la concession gratuite de la surface à occuper pour cette opération dans la forêt domaniale de Saint-Germain et les fermes adjacentes, la Ville prenant d'ailleurs l'engagement de conserver en nature de bois la partie boisée du domaine de l'État qu'elle acquerra dans un rayon de un kilomètre autour des murs du parc de Maisons-Laffitte;

« Art. 10. — Est approuvé le projet dressé le 28 avril 1879, par les ingénieurs du service des égouts, pour l'installation dans l'usine de Clichy des machines achetées, à l'Exposition, à M. Farcot, ledit projet montant à 335,000 francs, imputables sur le crédit de 1,981,011 fr. 99 c. inscrit au budget supplémentaire de l'exercice 1878, pour l'épuration des eaux d'égout (Chapitre L, article 14);

« Art. 11. — Le produit de la taxe sur la vidange sera affecté spécialement à l'achèvement des égouts et des moyens d'épuration, à l'entretien et à l'amortissement des dépenses.

« *Signé :* Au registre,

« Thulié, *Président;* Léopold Marais, Reygeal, *Secrétaires.* »

Vous le voyez, Messieurs, le Conseil municipal a offert la possibilité d'utiliser les eaux à toutes les personnes qui le voudraient; la Ville épurera, commencera l'utilisation; l'industrie privée fera le reste.

L'irrigation commencée à Gennevilliers, poursuivie à Achères, pourra s'étendre en descendant le cours naturel du fleuve dans les caps de la Seine, où se trouvent les meilleures conditions géologiques, où l'on rencontre les alluvions anciennes et modernes. Il serait véritablement irrationnel de quitter ce chemin si favorable, si naturel pour aller gagner des plateaux moins perméables et plus ou moins éloignés. Ce n'est pas devant vous, Messieurs, que j'ai besoin de rappeler que chaque élévation de 10 mètres, chaque perte de charge d'une atmosphère, grève le mètre cube de 0f,01 de frais, et l'exploitation annuelle de nos 100,000,000 mètres cubes de 1,000,000 francs.

Tout récemment, le Conseil général des ponts et chaussées a émis l'avis suivant (décision ministérielle du 25 février 1881), avis qui approuve la déclaration d'utilité publique des travaux et paraît inspiré des vrais principes d'intérêt général, dont le gouvernement a le soin :

AVIS.

« 1° Il y a lieu de déclarer d'utilité publique l'exécution du projet dressé le 19 juillet 1880, par les ingénieurs du service municipal de la Ville de Paris, à la suite de l'enquête, pour conduire les eaux d'égout, élevées par des machines établies à Clichy, dans la presqu'île de Saint-Germain et d'autoriser l'acquisition, soit à l'amiable, soit par expropriation, des terrains nécessaires à l'exécution de ce projet.

« 2° Il sera pris acte de l'engagement pris au nom de la Ville de Paris de laisser une zone boisée d'un kilomètre aux abords du parc de Maisons-Laffitte.

« 3° Le Ministre des Travaux publics déterminera le volume d'eau maximum à répandre par hectare et par an sur le champ d'épuration. Ce maximum est fixé provisoirement à 50,000 mètres cubes.

« 4° La Ville de Paris sera invitée à faire poursuivre l'étude d'un projet complémentaire destiné à assurer l'épuration complète des eaux d'égout et à fixer la superficie des nouveaux champs d'épuration, qui pourraient être nécessaires pour arriver à ce résultat.

« Ce projet sera soumis aux enquêtes prescrites par l'ordonnance du 18 février 1834, afin d'arriver, s'il y a lieu, à la déclaration d'utilité publique de l'établissement de ces nouveaux champs d'épuration.

« 5° Il n'y a pas lieu pour le Conseil de se prononcer, quant à présent, sur le règlement produit à l'appui du projet de loi sur la taxe des tuyaux de chute. »

Ces deux délibérations du Conseil municipal et du Conseil des ponts et chaussées établissent officiellement l'état de la question; elles sont vraiment conçues comme doivent l'être des décisions émanant des pouvoirs publics désireux de sauvegarder tous les intérêts et en première ligne celui de la salubrité.

Vous me permettrez, Messieurs, de terminer mes trop longues observations par ces deux citations.

Je vous remercie de la bienveillante attention que vous avez bien voulu me prêter. Je serais heureux, je le répète, que vous vouliez bien vous rendre, quand et comme chacun de vous l'entendra, dans la plaine de Gennevilliers.

Quelques-uns de nos adversaires affirment que, par une sorte de coup de baguette magique, nous transformons à volonté les 450 hectares irrigués de la plaine le jour où nous sommes honorés d'une visite à laquelle nous attachons quelque importance. A ce titre, Messieurs, la vôtre exigerait une mise en scène tout à fait spéciale; mais la plaine de Gennevilliers est librement ouverte à tout le monde; le chemin de fer, les tram-

ways y conduisent en une demi-heure. Vous pouvez vous y rendre isolément un jour quelconque; examinez les irrigations, Messieurs, jugez, critiquez l'œuvre; conseillez-nous, aidez-nous; voyez si le programme que j'ai esquissé devant vous, d'après le travail de notre éminent directeur des Travaux, mérite les encouragements et l'approbation d'une Société, soucieuse du véritable progrès, comme la vôtre. Et laissez-moi vous remercier d'avoir exprimé ici franchement, loyalement notre opinion.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. Durand-Claye de son intéressante communication.

M. LÉON THOMAS rappelle que dans la séance du 5 novembre, à l'occasion d'une communication de M. Faure-Beaulieu sur le traitement des vidanges et la fabrication du sulfate d'ammoniaque, il a déjà eu l'occasion de critiquer les projets de l'administration de la Ville de Paris.

Il a reproché à la Ville de poursuivre un plan fiscal plutôt qu'un but d'hygiène.

Elle demande, en effet, au pouvoir législatif de rendre obligatoire la chute des matières de vidange à l'égout, afin d'être autorisée en même temps à percevoir des impôts spéciaux sous forme de droits de chute et d'abonnement obligatoire à l'eau de la Ville.

M. LÉON THOMAS avait cru démontrer qu'il en résulterait des inconvénients d'insalubrité très redoutables, ainsi que la perte irréparable pour l'agriculture des matières fertilisantes contenues dans les aliments de deux millions d'habitants.

Ces assertions furent contestées par MM. Trélat et de Cossigny, qui prétendirent notamment que les irrigations de Gennevilliers et de la forêt de Saint-Germain auraient pour résultat d'utiliser les engrais existant dans l'eau d'égout.

Après la communication de M. Ballot, sur le Mémoire de M. Alphand, cette opinion doit être abandonnée. En effet, le directeur des Travaux de Paris expose que l'épuration de l'eau d'égout est le seul but à poursuivre au moyen de l'irrigation; que l'utilisation d'une telle masse d'engrais par l'irrigation est impossible; qu'il faudrait au moins 60,000 hectares et que l'on ne dispose que de 2,000 hectares; ensuite que les plantes de grande culture n'absorbent aucun engrais pendant plus de la moitié de l'année; que les céréales, notamment, n'admettent l'arrosage que pendant deux mois d'été; enfin, que la culture maraîchère, à supposer qu'elle fût praticable sur 60,000 hectares, ayant pour résultat de transformer en légumes tout l'azote provenant du pain et de la viande consommés par deux millions d'habitants, conduirait à des récoltes inutilisables. M. Alphand conclut que la Ville n'est tenue qu'à épurer les eaux d'égout et qu'elle y parviendra par la filtration sur un sol perméable et aéré qui retiendra les solides et oxydera les matières azotées solubles de façon à ne rendre au fleuve ou à la nappe souterraine que des liquides contenant des nitrates sans traces de

matière putrescible. Peu importe d'ailleurs les cultures qui en résulteraient.

C'est ce que M. Dallot a taxé de gaspillage.

On se rappelle que, il y a quelques années, l'administration avait d'autres prétentions. Elle pensait vendre l'eau d'égout aux cultivateurs; elle espérait même la vendre plus cher après l'avoir enrichie en y ajoutant les matières de vidanges. La concession qui fut donnée à un entrepreneur de la vente des eaux d'égout à Gennevilliers causa sa ruine.

Pour justifier la perte des vidanges par l'irrigation, M. Alphand fait le tableau de l'industrie de la vidange, telle qu'elle s'est pratiquée jusqu'à ces dernières années, montrant les fosses infectes, l'extraction bruyante et fétide, les dépotoirs laissant couler les urines à la Seine. La conclusion est qu'un état semblable est un état barbare et qu'il faut supprimer la vidange.

Il suffit de l'améliorer. Dans ce sens, de très remarquables progrès ont été réalisés par le génie civil. La communication récente de M. Faure-Beaulieu n'avait pas d'autre but que d'en exposer quelques-uns.

Les principaux sont : la désinfection des matières de vidange dans les fosses fixes ou mobiles; l'extraction par des appareils perfectionnés, fonctionnant pendant le jour; le traitement et la transformation en sulfate d'ammoniaque par des appareils entièrement clos et condensant tous les gaz et vapeurs. Notons spécialement les appareils de distillation *Lair* pour fabriquer le sulfate d'ammoniaque, les divers appareils de précipitation et de filtrage mécanique *Coquerel*, *Collet* et autres, les fours à évaporer *Firman*, *Czechowicz*, enfin les appareils à oxyder les gaz de *Girard* et *Pabst*, etc., etc.

Le mémoire de M. Alphand passe sous silence tous ces travaux; c'est une lacune regrettable; d'ailleurs les décisions précipitées du Conseil municipal sont de nature à décourager les industriels et à arrêter tout progrès.

M. Léon Thomas se prononce en faveur de l'industrie chimique qui résout complètement le problème, en utilisant les matières utiles et en procurant le seul assainissement véritable et définitif par leur transformation en produits secs et cristallisés.

Les engrais dilués dans l'eau n'ont aucune valeur; le but de l'ingénieur doit être de les concentrer sous le plus petit volume possible, pour les transporter là où ils font défaut et pouvoir les employer au moment opportun. La fabrication du sulfate d'ammoniaque répond seule à ces données et il faut lui réserver tous les liquides résultant des déjections, notamment ceux des urinoirs et ne pas en polluer l'eau des égouts.

La solution barbare est celle proposée qui consiste à jeter la vidange dans l'égout, qu'elle souille, puis à la conduire dans un bois pour l'y perdre.

M. Léon Thomas laisse de côté la question délicate, dont il a déjà entretenu la Société, de la différence des dangers qui peuvent résulter, soit des matières de vidange fermentées, qui sont odorantes, si elles ne sont pas désinfectées, mais qui ne présentent pas de dangers d'épidémie, soit des matières fécales fraîches, véhicule ordinaire des germes des maladies. Les champs d'irrigation seraient largement ensemencés de microbes à défaut d'autre culture. Mais c'est dans une autre enceinte, devant des savants spéciaux, que cette question doit être débattue.

M. Léon Thomas rappelle la nécessité de rendre au sol, sous peine d'en voir disparaître la fertilité, tout l'azote que lui enlèvent les récoltes et le bétail.

Cette loi de restitution crée à la Ville de Paris une obligation à laquelle l'autorité supérieure et les pouvoirs publics ne lui permettront pas de se soustraire. Ce n'est pas alors que les surfaces nécessaires pour l'épuration ne sont pas disponibles et que l'on ne sait comment épurer l'eau des égouts, que l'on permettra d'en augmenter l'infection en y jetant la vidange de toute la ville.

Si l'administration poursuit la réalisation de ce projet, c'est pour forcer la vente de son eau aux particuliers et leur faire payer sept millions de droits de chute et sept millions d'enlèvement de tinettes-filtres au lieu des cinq millions que coûte actuellement la vidange.

Il en résulterait enfin la destruction irréparable d'une valeur agricole d'une dizaine de millions d'engrais par an.

Il faut espérer que la Ville de Paris n'obtiendra pas la loi de coërcition qu'elle sollicite dans un but fiscal.

M. Émile Trélat. Messieurs, vous avez vu la question prendre deux aspects différents, selon qu'elle a été présentée par le premier orateur ou reprise par notre honorable collègue, M. Thomas.

M. Durand-Claye avait dit : Voici une capitale de 2,000,000 d'habitants; le devoir de la cité est d'y maintenir ou d'y ramener la salubrité. Il ne faut pas songer qu'on y parvienne en utilisant simplement les conditions naturelles du site. C'est à des artifices considérables qu'il faut ici faire appel pour aboutir. On ne met pas 2,000,000 d'habitants en contact, on ne les laisse pas presser leurs habitations à la mesure des facilités de communications qui sollicitent leurs rapprochements, sans que les excreta et les détritus de la vie ne deviennent une menace pour la santé commune. Il est même aujourd'hui démontré que ces résidus sont d'autant plus délétères qu'ils séjournent plus longtemps auprès des habitants. Ce ne sont pas seulement des gaz éminemment toxiques qui émanent de ces centres; ce sont aussi des animalcules d'une extrême ténuité qui naissent, qui voyagent aux alentours et qui pour une part sont des ennemis de la santé. Plus près et plus longtemps vous conservez ces détritus, plus énergiquement vous menacez la vie. Les excréments sont surtout dangereux. Cela est confirmé par des expériences d'hier.

Vous vous rappelez, Messieurs, ce récent et grave accident de la rue Rochechouart : on a versé à l'égout les produits d'une fosse et les égoutiers qui passaient dans la galerie ont été frappés de mort. De leur côté, MM. Eugène Boutmy et Descoust ont fait une expérience concluante. Dans un appareil clos à double fond, ils ont placé sur le plancher supérieur qui était à claire voie, des animaux de diverses natures, tandis qu'ils introduisaient des excréments dans l'espace inférieur. Cinq secondes de ce régime suffisaient à tuer un petit cochon; 3 minutes à tuer un chien de forte taille. En conséquence, Messieurs, ici les réserves ne sont plus admissibles. La vérité nette, c'est que les excréments humains sont les ennemis de la vie : il faut les expulser de toute agglomération. Cela a été un progrès en 1848, de transformer les fosses perméables, qui infectaient tout le sous-sol de la cité, en fosses étanches. La vidange qui a été une conséquence de la fosse étanche, a donc aussi été un progrès. La tinette ou fosse mobile à diviseur, qui rejette immédiatement les liquides à l'égout et ne conserve sous la maison que les matières solides et pendant un temps relativement court, a été un nouveau progrès, qui marque l'étape où nous sommes. Ce n'est pas assez. Il faut aller jusqu'au bout, et chasser entièrement l'ennemi de la place. Il faut que les excreta sortent intégralement et instantanément de toutes les maisons. Donc plus de récipients, plus de fosses fixes, plus de fosses mobiles, plus de fosses à diviseur. Donc, tous les produits expulsés du territoire privé, c'est-à-dire reçus par le territoire municipal. A ce moment c'est le devoir de la cité de débarrasser la Ville de ces matières. On vous a montré il y a quelques instants comment cet énorme service a été pourvu par un ingénieur, qui fut un vrai savant. Ce fut l'œuvre de M. Belgrand, en partie réalisée aujourd'hui. Elle sera nécessairement achevée dans quelques années; et toute la Ville sera alors sillonnée d'égouts proportionnés aux débits à effectuer.

Mais ce n'est pas tout que d'expulser les déjections hors de la ville. — Où les déposera-t-on? — M. Durand-Claye, qui est le collaborateur et le continuateur de M. Mille, vous a encore fait connaître qu'à la suite des longues et vieilles pratiques des environs de Valence, de Milan et d'Édinbourg, c'est à la terre qu'il faut confier l'eau d'égout pour l'épurer avec entier profit. Il a fait mieux. Il vous a prouvé par l'expérience faite à toutes les échelles et démontrée par les théories les mieux établies, la justesse et l'efficacité du procédé.

On possède donc aujourd'hui la solution complète des déjections urbaines. On sait comment parer la Ville contre leur nocivité et par là étendre sa salubrité. Il faut, cependant compléter cette idée en répondant à l'objection des personnes qui disent : « Comment voulez-vous jeter les matières fécales à l'égout, sans qu'elles y portent leurs dangers; sans qu'elles tuent les égoutiers et sans qu'elles infectent les rues? » Il faut s'entendre une fois pour toutes, Messieurs, sur cette singulière objection. Les matières ne peuvent aller à l'égout que diluées dans une très grande quantité d'eau. L'installation complète de cet énorme laboratoire de nettoyage de Paris

ne peut se concevoir que si l'on envisage nos égouts terminés et l'eau diluant promptement les matières depuis le cabinet d'aisances jusqu'à l'égout et depuis l'entrée dans l'égout jusqu'aux confins de la Ville. C'est à cela que visent les avant-projets en cours d'étude pour ajouter 400 ou 500 mille nouveaux mètres cubes d'eau à l'alimentation actuelle. Alors les matières diluées au cinq-centième, circuleront sous Paris sans dangers pour personne.

Voilà, Messieurs, l'aspect général de la question dans l'exposé de M. Durand-Claye.

Comment se présente-t-elle dans la bouche de M. Thomas. Notre Collègue nous dit: « La vidange est une matière riche en azote et précieuse à l'agriculture. Il faut restituer intégralement l'azote à la terre, exporter directement le contenu de nos fosses à l'usine qui fixera l'élément fondamental de l'engrais. » Il ajoute : « l'industrie des vidanges a rendu des services, on ne peut la tuer d'un seul coup. »

Je tiens, Messieurs, à rétablir l'ordre des utilités dans cette grave question. Il faut que la vidange soit supprimée dans les grandes villes, — parce que la salubrité l'exige; parce qu'il n'y a pas de vidanges sans fosses; et parce que les fosses diminuent la santé publique. L'expérience a prononcé — M. Durand-Claye vous a cité l'exemple de Dantzig. Il vous a dit: On a transformé les conditions de salubrité de Dantzig, en faisant tomber la mortalité de 37 à 28. On a donné l'eau à la ville; on a supprimé les fosses; on a projeté les excréments à l'égout. Il ne vous a pas dit tout ce que son enquête nous a appris. Il y a eu deux étapes; une première pendant laquelle on a doté la ville d'eau pure en quantité convenable. Dans cette première étape la mortalité est passée de 38 à 36 par mille. Et ce n'est qu'après qu'on a eu jeté toutes les vidanges à l'égout, que la mortalité est tombée de 36 à 27. Ce gros bienfait a été obtenu en se débarrassant des excréments. Dites-nous donc ensuite de quelle considération vous vous croiriez autorisés à ne pas poursuivre une amélioration de cette espèce, sinon de cette importance, dans une capitale comme Paris, quand bien même cela vous coûterait un certain déchet sur l'azote qui parviendra aux champs. Une capitale n'est-elle donc pas le lieu où les hommes, en se rapprochant, apprennent à mieux vivre, développent la puissance sociale et accroissent la conscience publique? N'est-ce pas là qu'ils deviennent les instruments directs de la civilisation? Pour conserver la capacité intellectuelle de ce laboratoire supérieur, vous devez au citadin la santé corporelle! Vous êtes obligés de veiller à sa santé en ne laissant pas séjourner auprès de lui ces matières nocives menaçantes! Il est nécessaire de rendre de plus en plus supportable le séjour de la ville; parce que rien que le séjour de la ville diminue les conditions de la santé. Si vous n'augmentez pas sans cesse les conditions de la santé d'une capitale, vous les diminuez. Je sais que dans cette vue Paris garde certains avantages incontestables sur d'autres grandes villes. — Nulle part, le nettoyage de la chaussée ne se fait aussi

bien qu'à Paris. Mais, à côté de cela, il y a des choses qui sont bien mieux faites autre part.

Ce n'est pas une ville, c'est 200 qui ont rejeté de leur sein le séjour des matières fécales. Il est possible que, lorsque les eaux d'égout chargées de ces matières arriveront aux champs, elles aient perdu en chemin une petite part de leur azote. Il est certain que si vos oppositions, vos objections restreignent son territoire de déjection à 2,000 hectares pour y épurer ses 370,000 mètres cubes par jour, la Ville de Paris ne sera pas un administrateur économe de l'azote des résidus parisiens. Mais personne ne peut s'y méprendre. Il n'y a pas un défenseur des excreta à l'égout et de l'égout au champ, qui ne vise un avenir où l'agriculteur proportionnera le nombre des hectares arrosés d'eau d'égout au maximum d'utilisation de l'azote. A l'heure qu'il est, ce qu'il faut faire, c'est d'assainir, c'est d'extraire tous les détritus que produit la Ville, de les faire circuler le plus vite possible, et de commencer à les répandre aux champs. En même temps, que la Ville dise aux habitants : Je vous donnerai de l'eau, et elle ne sera pas chère; voici 4 à 500,000 mètres cubes que je ferai venir de la Loire, s'il le faut; dépensez-les dans vos maisons; qu'ils y passent en abondance pour en extraire au plus vite toutes les impuretés. Je reprends un mot de M. Dallot : Gaspillez l'eau, car il n'y a pas d'autre moyen de faire la propreté. Il y faut des flots d'eau !

Vous savez avec quelle abondance l'eau se précipite à Londres dans le moindre water-closet, quand on ouvre la soupape. La première fois qu'on s'y prend, on croit avoir détraqué toute la maison, tant le courant mugit sur son passage. Voilà ce qui nous manque à Paris, et ce que nous ignorons tout à fait. Nous ne savons, au contraire, qu'économiser l'eau. Tout nous l'apprend et nous entretient dans cette habitude. Les appareils nous commandent, et la fosse commande le propriétaire qui nous fait les appareils. Le propriétaire qui paie la vidange a tout intérêt à ce qu'on use le moins d'eau possible. Il en fournit peu, parce qu'elle coûte cher, et parce qu'elle emplit la fosse qu'il faudra vider à prix d'argent. La suppression des fosses résoudra la moitié de la question. L'autre moitié sera résolue quand, par une combinaison municipale à prévoir, l'eau coûtera très peu. C'est alors seulement que toutes les maisons seront propres, que les matières fécales en sortiront à l'état inoffensif pour aller aux égouts, et que les villes seront saines.

Qu'a-t-on dit encore contre l'expulsion rapide des matières par les égouts ? On a dit que ceux-ci ne seront jamais étanches, et qu'à travers les fissures du grand drainage municipal, l'infection se fera dans le sous-sol parisien. On devrait bien réfléchir avant de produire une objection si peu solide sur ses bases. Comment ! c'est au bénéfice des 80,000 fosses existantes qu'on présente un pareil argument. Mais, c'est justement dans ces fosses irrégulières en leurs figures, anfractueuses, difficiles à pénétrer et ténébreuses que doivent exister et qu'existent les fissures, les fentes, les pertes de liquides, les infections environnantes; et cela malgré les surveil-

lances les plus consciencieuses. Et, au contraire, ce sera dans les égouts à sections régulières, à circulation continue, à éclairage facile que se fera l'entretien le plus certain, le plus méthodique et le plus efficace.

Que reste-t-il, Messieurs, de l'argumentation de M. Thomas? Il reste l'intérêt dû à une ancienne industrie menacée de disparaître. Si l'on ne sort pas de cet argument positif, et respectable; si on ne trouble pas la question par des objections latérales, nous dirons qu'en effet, il faut tenir compte de ces intérêts et leur donner le temps de se reprendre. Mais, ce temps, est-ce qu'il n'est pas d'avance assuré par la grosseur même de l'entreprise nécessaire à la santé publique? La création des ressources financières, la réalisation des travaux ne peuvent que s'échelonner sur un nombre d'années qui permettront largement à l'industrie des vidanges et à ses collatérales d'ordonner leurs activités vers d'autres fins.

En finissant, Messieurs, je crois que, sans scrupule aucun, nous devons concentrer nos vœux en faveur d'un état de la Ville, où les fosses et les vidanges seront supprimées, où toutes les matières entraînées par des eaux abondantes sortiront dans le plus bref délai du logement, de la maison et de la ville, et se répandront dans des champs, que de proche en proche l'expérience et le temps étendront au bénéfice d'une riche production.

M. Dallot. Aux projets présentés par la Ville de Paris, pour résoudre à la fois la question des vidanges et la question de l'épuration des eaux d'égout, M. Thomas a opposé les intérêts de l'agriculture. Suivant lui, ces projets sacrifieraient complètement la source principale, nécessaire, dont l'agriculture tire ses engrais, l'élément par excellence susceptible de restituer au sol sa fécondité, l'azote.

Mais si je démontre que, cet azote contenu dans les déjections de Paris, dont M. Thomas déclare que la suppression du système actuel de vidanges doit entraîner la perte, jamais jusqu'ici l'agriculture n'a été appelée à en profiter, parce que toujours jusqu'ici la presque totalité de cet azote a été jetée à l'eau et absolument perdue, il est évident, suivant moi, que l'argumentation de M. Thomas cessera de s'appliquer à l'état de la question qui fait l'objet de la discussion actuelle.

Or, M. Durand-Claye nous l'a révélé dans son exposé si intéressant et si lumineux, les eaux-vannes transportées à Bondy n'ont jamais contenu que le quart environ de la quantité d'azote renfermée dans la totalité des déjections de la capitale, parce que, par la force même des choses, la majeure partie de la partie la plus riche en azote de ces déjections, la partie liquide, s'est toujours écoulée directement à l'égout. Sur la quantité d'eaux-vannes transportées à Bondy, jamais au maximum on n'en a traité plus du tiers; les deux autres tiers ont toujours été rejetés à la Seine. Par conséquent, c'est la Seine qui jusqu'ici a toujours absorbé les onze douzièmes au moins de ce précieux azote dont la privation soudaine doit compromettre l'avenir de la fécondité de notre sol.

Ces considérations me paraissent justifier de l'accusation portée contre lui le *principe* des dispositions proposées par la Ville pour résoudre les grandes questions d'hygiène, de salubrité et de convenance urbaine, restées jusqu'à présent en souffrance. Faire disparaître la ceinture de dépotoirs infects dont Paris se trouve actuellement investi, c'est, je le crois, une mesure qui s'impose. Comme moyens indispensables d'atteindre ce but, augmenter dans des proportions notables la quantité d'eau dont Paris dispose, compléter le réseau des égouts, de façon qu'il n'y ait plus une seule rue qui ne soit pourvue d'un émissaire, c'est à tout point de vue réaliser un immense bienfait; et M. Durand-Claye m'a bien mal compris, s'il a cru saisir, dans les paroles que j'ai prononcées dans la dernière séance, la plus légère critique contre cette partie des projets de la Ville. Si j'ai éprouvé un étonnement en prenant connaissance des vues de l'Administration, c'est que le réseau d'égouts présentât encore de si grandes lacunes, et, si j'ai exprimé une crainte, c'est que l'eau ne fût pas encore assez prodiguée. De même, si j'ai présenté comme irréalisable la projection dans les égouts de la partie solide aussi bien que de la partie liquide des déjections, de façon à obtenir la suppression radicale du service des vidanges, qui, quoi qu'on en ait dit, ne contribuera jamais à augmenter les agréments d'une grande ville, c'est parce que j'avais été frappé des graves affirmations de M. Alphand, qui déclare dans sa note que « tout le système « des égouts devrait être remanié, à cause de l'insuffisance des pentes, si « l'on voulait y projeter les déjections solides. »

M. Durand-Claye a émis l'assertion contraire. Il vient de nous déclarer que dans les principales cités de l'Europe, qui projettent à l'égout la totalité des excréments, les pentes des égouts sont inférieures à celles des égouts de Paris. Je pense que la projection de la totalité des matières serait bien préférable à la projection des liquides seuls; car on serait complètement débarrassé ainsi de l'enlèvement des tinettes-filtres, et de la dépense relative à ces appareils, qui, comme je l'ai fait voir, grèverait la population parisienne d'une dépense annuelle de plusieurs millions. D'ailleurs la portion solide des vidanges est de beaucoup la moins riche en éléments fertilisants; et la perte de ces matières solides, ajoutée à celle des liquides, ne pourrait guère être accusée d'augmenter le préjudice porté à l'agriculture.

D'ailleurs l'agriculture n'y perdra absolument rien, quoi qu'on ait dit; elle sera appelée au contraire à utiliser des ressources fertilisantes considérables, dont jusqu'ici elle n'a jamais bénéficié, à condition que les projets de la Ville reçoivent tous les développements qu'ils comportent, et sans lesquels, suivant moi, ils n'atteindraient pas leur but.

En effet, la Ville de Paris, on l'a vu, a deux questions distinctes à résoudre : la première est la question des vidanges; la seconde consiste dans la désinfection en aval de Paris des eaux de la Seine, actuellement le réceptacle de toutes les impuretés de la capitale qui y sont déversées, sur un

seul point. Sur le principe de la solution, l'épuration par le sol, aucun désaccord. Mais en ce qui concerne les conditions d'application de la solution, telles qu'elles résultent des projets actuels, je dois dire que les explications de M. Durand-Claye n'ont pas modifié ma conviction au sujet de l'insuffisance de la surface que l'on se propose de consacrer à l'épuration.

On nous a dit que, dans les applications de la presqu'île de Gennevilliers, la quantité d'eau d'égout absorbée par un hectare avait atteint et dépassé la dose quotidienne de 150 mètres cubes, ce qui correspond à 50,000 mètres cubes par an. Mais on n'a pas affirmé que cette dose quotidienne ait été répandue sans interruption pendant les 365 jours de l'année, quel que fût l'état du sol, quelles que fussent les conditions météorologiques. En fait, à Gennevilliers, M. Durand-Claye le déclare lui-même, les cultivateurs ont pris de l'eau comme ils ont voulu. Naturellement avec leur terrain sablonneux, agissant en toute liberté, ils se sont livrés à de copieux arrosages en temps de sécheresse. Mais ce qu'il eût été bien intéressant d'apprendre, c'est ce qu'a été la consommation d'eau pendant les périodes pluvieuses, c'est ce qu'elle a été pendant les gelées de l'hiver. Sur le champ d'épuration, qu'on se propose de créer dans la presqu'île de Saint-Germain, et qui servira de *régulateur* aux termes du projet, ce qui veut dire simplement qu'il absorbera tout, il ne faut pas oublier que la dose quotidienne de l'épandage sera uniformément de 150 mètres cubes par hectare. Or l'esprit admet difficilement que, pendant les périodes de gelée intense et prolongée, la perméabilité du sol ne soit pas sensiblement modifiée. Qu'une gelée supérieure à 10° dure 30 jours, et nous avons été témoins de ce phénomène, il y a un an, on n'en répandra pas moins sur le sol, pendant ces 30 jours, la dose par hectare de 4,500 mètres cubes, dont la filtration sera bien aléatoire. Si l'on considère que ces eaux contiendront toutes les impuretés, toutes les déjections de Paris, pourra-t-on trouver bien prudent de les accumuler sur une superficie aussi restreinte? Quant à moi je ne le pense pas.

Au point de vue de la salubrité, je ne considère pas comme inattaquable le raisonnement consistant à conclure que, de ce qu'on a pu impunément irriguer à une dose déterminée avec des eaux impures une étendue de 200 hectares, on pourra irriguer sans danger à la même dose et avec les mêmes eaux une étendue dix fois plus considérable et d'un seul tenant.

Si, au lieu de s'obstiner à vouloir irriguer d'une façon continue et permanente, à la dose exagérée de 50,000 mètres cubes par hectare et par an, on se contentait de la dose de 20,000 mètres cubes, il ne faudrait que cinq à six mille hectares pour constituer le champ d'épuration. Si, de plus, ces quelques milliers d'hectares, on se décidait à aller les chercher dans la zone convenable, au delà du rayon de la villégiature condensée, dans l'intérieur duquel abondent les engrais de toute sorte, on peut prévoir que toutes les oppositions locales si ardentes, qui ont été soulevées par les projets de la Ville, tomberaient d'un seul coup. Ces quelques milliers d'hectares il ne faut pas, on le sait déjà, aller à une bien grande distance pour les

trouver. On en rencontrerait la majeure partie dans la plaine qui s'étend d'Herblay à Méry. Le reste se trouverait facilement dans les plaines voisines. D'ailleurs avec une dose d'irrigation ainsi restreinte, l'utilisation des 1500 hectares de la presqu'île de Saint-Germain deviendrait plus admissible, surtout si l'on avait la certitude que le défrichement de la forêt ne s'étendît pas dans l'avenir.

De la sorte, l'épuration serait mieux assurée, la salubrité d'un district riche et peuplé ne risquerait pas d'être compromise. Enfin les eaux d'égout arriveraient au contact de la véritable agriculture; on pourrait concevoir l'espoir sérieux de voir rendre au sol, dans une mesure importante, les richesses fertilisantes qu'elles contiennent, ce qui, comme je l'ai démontré, n'a jamais eu lieu jusqu'ici.

Seulement, pour remplir tous ces desiderata, il faudrait que la Ville de Paris se résignât à des sacrifices plus considérables. Mais l'État a le droit et le pouvoir de les lui imposer; d'une part, parce que la Ville a le devoir strict d'assurer l'épuration de ses eaux d'une façon complète et efficace, sans risquer de créer de nouvelles sources d'incommodité et d'insalubrité; d'autre part, parce que la Ville trouvera dans la réalisation de l'ensemble des mesures qu'elle projette, à côté de charges incontestablement onéreuses, un revenu très considérable, un revenu de sept millions par an, correspondant à un capital de près de deux cents millions, qui compensera les charges et au delà. Or Paris ne peut entrer en possession de ce revenu qu'avec l'autorisation de l'État, qui ne pourra certes être accusé d'injustice s'il lui impose d'en consacrer une portion suffisante à faire disparaître totalement, et non simplement à atténuer ou à modifier, les inconvénients qu'il a imposés jusqu'ici aux populations voisines pour s'assurer à lui-même le bénéfice d'une propreté plus grande et d'une salubrité supérieure, s'il ne lui permet de songer à s'enrichir qu'après avoir intégralement payé sa dette.

M. Durand-Claye. Je ne dirai qu'un mot: comme je l'ai déjà indiqué, nous sommes prêts à entrer dans cet ordre d'idées lorsque la chose paraîtra nécessaire ou utile. Aucune difficulté pour la continuité de l'épuration. Nous avons fait un service continu pour nous rendre compte de ce qui se passe pendant l'hiver quand le terrain est perméable comme l'est celui de Gennevilliers ou d'Achères. Il nous est impossible de nous tenir au-dessous de 50,000 mètres cubes; à des doses inférieures, l'eau est rapidement absorbée et n'atteint pas l'extrémité des rigoles. Le projet pour Méry est fait; il faut monter les eaux 25 à 30 mètres plus haut, ce qui exige par mètre cube 0 fr. 02 de plus qu'à Achères.

Nous ferons au besoin une enquête pour ce projet; si cela n'est pas suffisant, nous irons droit devant nous, plus loin qu'Achères, seulement, il faut débuter par le commencement; l'on ne peut pas faire du même coup l'utilisation complète et l'épuration; il faut commencer par l'épuration. Quand on fait un chemin de fer de Paris à Bordeaux on ne va pas directement de

Paris jusqu'à Bordeaux : on exécute de Paris à Orléans, d'Orléans à Tours, etc. C'est ce que nous faisons, on ne peut pas nous obliger à dépenser tout d'un coup 200,000,000 de francs et à gaspiller nos eaux à des doses insignifiantes. — Nous épurerons, nous commencerons par des cultures intensives, et l'industrie privée nous suivra.

M. LE PRÉSIDENT, vu l'heure avancée, propose de renvoyer la discussion à une autre séance.

La séance est levée à onze heures un quart.

Les membres admis dans la présente séance sont :

MM. le commandeur Betocchi et le baron de Burg, comme membres honoraires.

MM. Baudry, Chambard, Desarces, Drost, Durand, Gallois, Kessler, Paraf-Javal, Pierret et Videt, comme membres sociétaires.

MM. Bapterosses, Hubner, Jeunet et Mallard, comme membres associés.

CHRONIQUE

Sommaire. — Le touage à vapeur (*Fin*). — Navires à vapeur pour transport de marchandises. — Appareil dynamométrique. — Chemin de fer de Hillerod à Grasted (Danemark). — État des travaux du chemin de fer du Gothard. — Les différentes valeurs d'une tonne anglaise. — Congrès de la Société technique de l'Industrie du gaz.

Le touage à vapeur (*fin*). — On peut conclure de ce qui précède que le touage conduit à une dépense de combustible très inférieure à celle des remorqueurs, mais que l'intérêt et l'amortissement de l'organe fixe, la chaîne ou le câble, doivent entrer en compte. Il est donc nécessaire d'avoir un certain trafic pour que ces deux sommes se balancent. Voici comment on peut calculer ce trafic pour diverses valeurs du prix du charbon, et toujours dans l'hypothèse des quatre lignes : A, B, C, D.

LIGNES.		A.	B.	C.	D.
Intérêt et amortissement annuel.	Chaîne...	173.680f	137.800	99.320	58.760
	Câble....	74.800	65.000	51.200	35.200
Prix du charbon.....		10 francs la tonne.			
Économie par voyage.....		265f	155	77	29
Nombre minimum de voyages.	Chaîne...	654	882	1280	2163
	Câble....	281	419	661	1191
Prix du charbon.....		13f,75 la tonne.			
Économie par voyage.....		365f	214	107	41
Nombre minimum de voyages.	Chaîne...	475	646	928	1573
	Câble....	205	305	479	866
Prix du charbon.....		18f,75 la tonne.			
Économie par voyage.....		500f	291	146	55
Nombre minimum de voyages.	Chaîne...	348	474	681	1154
	Câble....	150	223	351	635
Prix du charbon.....		25 francs la tonne.			
Économie par voyage.....		662f	387	194	74
Nombre minimum de voyages.	Chaîne...	262	355	510	865
	Câble....	113	168	264	476

Ce tableau fait voir que l'utilité du touage se manifeste d'autant plus que le courant est fort et le charbon d'un prix élevé. L'avantage serait encore plus grand si on avait tenu compte des dépenses de main-d'œuvre et autres qui sont encore en faveur du touage. Le remorquage peut encore

lutter dans les cours d'eau où le courant est faible et lorsque le charbon est à bas prix, ce qui est le cas du Rhin inférieur et de la basse Elbe.

Sur les canaux le touage peut être motivé dans le cas d'un haut prix du charbon et d'un trafic considérable, et aussi par la considération, qu'il est moins préjudiciable à la conservation des berges que l'emploi des remorqueurs.

Quant à ce qui est de la préférence à donner au câble ou à la chaîne, on a vu plus haut les éléments de la comparaison à faire entre eux au point de vue de la durée de l'organe fixe. Pour l'influence de ces organes sur la durée et l'entretien des bateaux et des appareils moteurs, on ne possède pas encore, tout au moins d'après l'expérience acquise en Allemagne, assez de données pour pouvoir rien affirmer de positif en faveur de l'un ou l'autre système.

Il est toutefois une considération au sujet de laquelle il est nécessaire d'entrer dans quelques détails; c'est l'influence du système de touage sur la facilité de manœuvre des bateaux.

Si on attache une remorque à un mât placé au milieu de la longueur d'un bateau et qu'on remorque ainsi ce bateau, la plus légère action du gouvernail suffira pour le faire dévier de la direction de la remorque, il y a instabilité complète. Si on reporte le point d'attache à l'avant, le bateau tendra de moins en moins à s'écarter de cette ligne; mais la stabilité pourra devenir exagérée et le bateau difficile à gouverner. Sur les toueurs à chaîne du Neckar, le point d'attache de la chaîne est à 1/9 de la longueur du bateau (mesurée à la flottaison) à partir de l'avant; sur les toueurs à chaîne de l'Elbe, cette distance est encore un peu moindre. Sur les toueurs à câble du Rhin, elle est de 2/9 de la longueur du bateau, soit le double de la valeur indiquée ci-dessus. Aussi ces bateaux gouvernent-ils très facilement; il est vrai que la position du câble sur le côté leur donne plus de tendance à venir sur un bord que sur l'autre, mais il n'en résulte pas de difficulté sérieuse.

La position du point de sortie du câble ou de la chaîne a également une influence : la chaîne sort à l'arrière, tandis que le câble sort sur le côté, vers le milieu ou même plus haut. Il en résulte que la ligne de direction, formée par l'organe de touage dans le sens de la longueur du bateau, est beaucoup plus courte dans le cas du câble où elle n'est que de 0,15 de la longueur que pour la chaîne où elle atteint 0,82 de la longueur du bateau, les bras du levier de l'effort qui maintient le toueur dans la direction de la chaîne ou du câble sont donc dans le rapport de 82 à 15.

Dans les toueurs à câble du Rhin inférieur où le câble est dans l'axe du bateau, les choses se passent comme dans le cas des toueurs à chaîne. Ces bateaux ont des aiguilles mobiles qui facilitent la manœuvre, mais rendent l'ensemble des appareils encore plus lourd et plus compliqué.

Le mode d'attache des remorques a une grande influence sur la facilité de manœuvre. Dans le touage à câble, chaque bateau a sa remorque particulière et celle du plus lourd de ces bateaux vient s'attacher directement

sur l'axe de la poulie d'avant et équilibre une partie de l'effort exercé sur le brin d'avant du câble. Les autres remorques sont amarrées sur un chevalet qui se trouve un peu en arrière du milieu du toueur, et sur le côté gauche de ce chevalet qui dépasse légèrement le bord du bateau, de sorte que la résultante de tous les efforts résistants se trouve sensiblement dans la direction du câble lorsque le toueur marche en ligne droite, et lorsque celui-ci opère un virement, le bras de levier sur lequel agit cette résultante n'a qu'une faible valeur.

Sur les toueurs à chaîne, le premier bateau remorqué est seul attaché au toueur; le second est attaché au premier et ainsi de suite. Ce mode d'amarrage réduirait considérablement la facilité de gouverner si, par un artifice ingénieux, on n'utilisait les remorques elles-mêmes pour faciliter les changements de direction du toueur. Il y a deux remorques croisées qui peuvent être allongées ou raccourcies au moyen de palans qui se trouvent sur le toueur. Si par exemple on lâche la remorque de tribord, celle de bâbord, par sa traction, fait obliquer le toueur et le bateau remorqué, sans l'aide du gouvernail, de sorte que les deux viennent à gauche. Malgré cela, il s'en faut de beaucoup que les toueurs à chaîne soient aussi faciles à gouverner que les toueurs à câble. Tandis que ces derniers peuvent se passer de gouvernail à l'avant et remontent le courant en conservant le câble dans la direction du chenal, même dans les plus fortes courbes, et peuvent ensuite descendre sur hélices, les toueurs à chaîne sont obligés d'employer le gouvernail d'avant, et, dans les courbes, il faut quelquefois les tenir éloignés de la rive avec des perches. Sur les fleuves très sinueux, la descente doit être effectuée sur la chaîne pour qu'on puisse remettre celle-ci dans la bonne direction d'où elle a été écartée à la remonte. Dans ce cas, il se produit à la rencontre des trains montants et descendants des arrêts dus à l'obligation de jeter et de reprendre la chaîne ou de changer les remorques pour marcher par relais, inconvénients qui ne se présentent pas avec le touage à câble.

Les principales courbes qui sont parcourues régulièrement par les toueurs à câble du Rhin sont : à Boppard, un changement complet de direction à 180 degrés, dont la moitié a 690 mètres de rayon; au-dessus de Loreley, une courbe de 80 degrés et 150 mètres; au-dessous d'Oberwesel, 70 degrés et 110 mètres; au-dessus de Saint-Goar, 90 degrés et 80 mètres; ces dernières courbes ne peuvent être franchies que difficilement, lorsque le câble n'est pas maintenu dans la direction du chenal entre des anfractuosités de rocher. Dans la courbe de Boppard, le câble est libre. Une difficulté sérieuse se présente dans la nécessité d'éviter les trains de bois qui flottent sur le Rhin, et dont certains ont jusqu'à 73 mètres de large.

La Commission centrale de la navigation du Rhin constate dans ses statistiques de 1876 que, contrairement à ce qu'on croyait généralement, le touage ne pourrait pas bien fonctionner entre Saint-Goar et Bingen à cause des courbes et du rétrécissement du fleuve, des bancs de sable et des rochers, les résultats ont été aussi favorables que sur le Rhin inférieur,

et, en 1877, que la supériorité du touage, au point de vue de l'utilisation de l'effort de traction, de l'économie de combustible et de main-d'œuvre, de l'absence de remous du propulseur, s'est complètement confirmée dans les forts courants du Rhin, entre Oberkassel et Bingen. Les toueurs fonctionnent en tout état des eaux avec plus de vitesse, de sûreté et d'économie que les remorqueurs à roues ou à hélice.

Quant à la gêne pour la navigation ordinaire, on a constaté que sur 364 litiges portés devant la juridiction à laquelle est soumise la navigation du Rhin, de 1873, époque à laquelle a été posé le premier câble, jusqu'à 1878, il n'y en avait que 4 où se trouvait mêlé le touage; sur ce nombre il a eu gain de cause dans 3, et la quatrième affaire a été conciliée.

Les conclusions de M. Teichmann sont que le touage présente un avantage incontestable sur le remorquage par bateaux à roues ou à hélice; la seule question est d'avoir un trafic suffisant pour payer l'établissement du câble ou de la chaîne. Le câble est préférable au point de vue de l'exploitation, mais son emploi est limité par le tirant d'eau du bateau qui, avec le câble, ne peut descendre au-dessous de $0^{m},70$.

Nous croyons nécessaire de faire suivre de quelques observations la communication de M. Teichmann. Nous nous associons pleinement aux considérations qu'il présente en faveur du touage en général; mais nous craignons que la supériorité qu'il attribue au touage par câble ne repose en grande partie sur des appréciations quelque peu inexactes. Cette supériorité est surtout basée sur des considérations théoriques relatives au prix d'achat, et les chiffres de durée et d'amortissement indiqués par le professeur wurtembergeois sont très discutables; ils sont en tout cas pour la chaîne en désaccord complet avec les chiffres fournis par l'expérience des Compagnies françaises de touage. Sans entrer dans de longs détails, nous pouvons dire que la chaîne de 21 millimètres de la Compagnie du touage de Conflans à la mer est en service depuis dix-sept ans, qu'elle a servi à un trafic de 40 millions de tonnes kilométriques à la remonte et de 30 millions à la descente, et qu'elle durera bien encore trois ans. On peut donc évaluer la durée de la chaîne à vingt ans, ce qui représente 3 pour 100 seulement d'amortissement au lieu de 8. Entre Conflans et Saint-Denis, la durée de la chaîne a été moindre; mais elle sert à l'arrivée des charbons du Nord à Paris, trafic qui n'atteint pas moins de 6 millions 1/2 de tonnes par an sur cette partie.

Il est extrêmement probable que la plupart des chaînes de touage posées en Allemagne étaient trop faibles pour les courants rapides, et surtout que les treuils étaient mal disposés; or c'est par le passage sur les tambours beaucoup plus que par l'effort de traction lui-même que se produisent les ruptures de chaîne. L'expérience a indiqué certaines précautions dans la disposition des cercles des tambours de treuils, grâce auxquelles on réduit considérablement le nombre des ruptures.

Il est difficile de comprendre pourquoi les toueurs à câble seraient plus faciles à manœuvrer dans les courbes que les toueurs à chaîne.

Le câble étant plus léger se déplace plus facilement, et cet inconvénient est si connu que, dans certains cas, on a dû mettre dans les câbles des âmes en plomb pour leur donner du poids. Tous les toueurs de Conflans à la mer descendent sur hélice dans les hautes eaux, lorsque la rapidité du courant ne leur permet plus de suivre la direction de la chaîne; ils font de plus toutes leurs manœuvres avec les hélices, ceci pour répondre à l'observation de la page 355.

L'expérience s'est, au contraire, prononcée généralement contre le touage à câble. Sans parler des endroits où il a été abandonné : en France, au canal de Caen à la mer; en Russie, sur la Moskowa; en Belgique, sur la Meuse, etc., nous pouvons citer l'exemple du canal de l'Érié, aux États-Unis, dont nous avons déjà dit un mot page 168. Voici ce que nous lisons à ce sujet dans le *Rail road Gazette*, n° du 4 février 1881.

M. S.-B. Dutcher, inspecteur en chef des travaux publics de l'État de New-York, vient de faire un rapport très concluant sur les difficultés apportées à la navigation par le touage à câble sur le canal de l'Érié; ce touage fonctionne actuellement entre Buffalo et Tonawanda, Lockport et Rochester, Lodi-Lock et New-London, soit en tout 174 kilomètres. Dans les parties droites, il n'y a pas encore trop de difficultés; mais dans les courbes le câble remonte jusque sur les banquettes du canal, les toueurs frottent contre les berges et les détériorent ainsi que les culées des ponts. La rencontre avec les bateaux halés par des chevaux, soit allant dans le même sens, soit allant en sens contraire, donne lieu à beaucoup de difficultés et à de nombreux accidents. On avait espéré que le touage, par l'économie et la rapidité qu'il amènerait dans la traction des bateaux, ferait disparaître les autres modes de halage; mais il n'en est rien, et les avantages annoncés ne s'étant nullement montrés en pratique, le halage par chevaux n'a pas disparu et le remorquage ou le transport par bateaux à vapeur se développe considérablement. Si ces inconvénients se présentent à ce degré sur les parties favorables où le câble a été posé jusqu'ici, ce sera encore bien pis s'il est établi dans le reste du canal où il a beaucoup de courbes et de nombreuses écluses. En somme l'expérience s'est, dans l'exercice 1880, montrée complètement défavorable à l'emploi du touage à câble sur le canal de l'Érié.

Nous devons reconnaître que ce rapport paraît empreint d'une certaine exagération et qu'il a déjà soulevé de vives protestations, notamment dans l'*Engineering* du 1er avril 1881; toutefois il nous a paru intéressant de mettre en présence des appréciations aussi différentes sur la valeur du touage par câble; on peut tout au moins en conclure que la supériorité de celui-ci sur la chaîne n'est pas si évidente que pourraient le faire supposer les conclusions du savant professeur wurtembergeois.

Navires à vapeur pour transport de marchandises. — Un journal américain, le *New-York Times*, donne, sous le titre de *Freight steamers*, un intéressant article sur les grands navires à vapeur pour trans-

port de marchandises. Il rappelle que, dans une récente conférence faite à Glasgow, M. Pearce a mis en lumière d'une manière saisissante la révolution accomplie depuis quinze ou vingt ans dans la navigation maritime, par la comparaison suivante faite entre deux navires à vapeur, tous deux remarquables spécimens de la construction de leur époque, le *Persia* de la Compagnie Cunard et l'*Arizona* de la ligne Guion, naviguant entre l'Angleterre et les États-Unis.

Le *Persia*, paquebot à roues construit en 1856 par R. Napier, était le plus grand navire à flot à cette époque. Ses machines à basse pression et à balanciers indiquaient 3,600 chevaux; mais elles étaient si encombrantes (elles n'occupaient pas moins de 33 mètres de la longueur de la coque) et dépensaient tant de combustible, que le navire ne pouvait recevoir que 200 tonnes de marchandises; on brûlait par voyage 6 1/3 tonnes de charbon par tonne de fret pour une vitesse de 13 milles à l'heure.

L'*Arizona*, construit en 1878 par John Elder et C^ie^, est un navire à hélice; ses machines Compound développent 6,300 chevaux indiqués, soit 2/3 de plus que les machines du *Persia;* mais elles ne dépensent que 0^k^,800 de combustible par cheval et par heure; de plus le navire peut porter 3,400 tonnes de fret à la vitesse de 16 milles à l'heure; il ne dépense donc que 1/5 de tonne de combustible par tonne de fret.

L'*Arizona* développe sa puissance au quart du prix du *Persia*, et, si on tient compte de l'utilisation de l'emplacement, on trouve qu'il transporte une tonne à un prix qui n'est que le *treizième* de celui du *Persia* et à une vitesse de 25 pour 100 plus grande.

Cette révolution dans les dépenses de transport a eu d'immenses conséquences; on comprend que, lorsqu'il fallait brûler six tonnes de charbon par tonne de marchandise transportée de Liverpool à New-York ou inversement, on ne pouvait charger sur des vapeurs que des marchandises de valeur, pouvant payer un fret élevé, aussi ce fret montait-il à 150, 200 francs par tonne, et même encore plus. Les autres marchandises allaient par navires à voiles.

Depuis l'hélice, et surtout depuis les machines Compound, les navires à vapeur transportent actuellement aux prix que prenaient autrefois les voiliers, et ceux-ci ne trouveront bientôt plus à charger que des marchandises de très faible valeur et pour des distances très longues.

Il faut d'ailleurs bien remarquer qu'à côté des paquebots à voyageurs à grande vitesse du type de l'*Arizona*, qui a été pris pour point de comparaison, il y a des vapeurs affectés aux traversées transatlantiques, qui mettent quatre ou cinq jours de plus, portent autant de charge, mais brûlent un tiers de moins de combustible; c'est avec ce genre de navires qu'il faut compter, et son rôle dans la navigation maritime devient chaque jour plus important; ces navires à vitesse réduite, utilisant pour les marchandises l'espace consacré sur les autres aux voyageurs, prendront le fret à plus bas prix que n'ont jamais pu le faire, avec profit, les navires à voiles. Si les États-Unis veulent conserver leur part dans le trafic entre l'Europe

et l'Amérique, ils doivent au lieu de paquebots à grande vitesse pour les voyageurs, créer des lignes de navires de charge de fort tonnage, pouvant parcourir 250 à 275 milles marins par vingt-quatre heures, en ne dépensant pas, dans ce laps de temps, beaucoup plus de charbon que la provision qu'un particulier a ordinairement dans sa cave; ce sont là les porteurs de l'avenir.

Nous croyons intéressant de donner ici les dimensions principales des deux navires mentionnés ci-dessus.

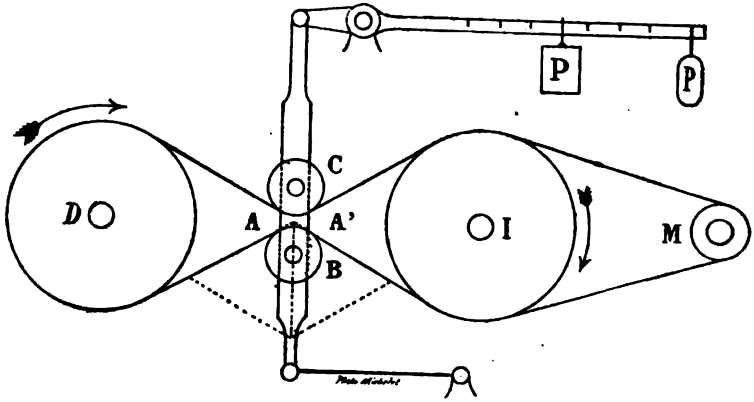
DÉSIGNATION.	PERSIA.	ARIZONA.
Longueur à la flottaison	109^{m}.50	137^{m}.16
Largeur	13 .68	13 .84
Rapport de la longueur à la largeur	8	10
Tirant d'eau moyen	6 .50	7.50
Tonnage brut	3.587	5.147
Déplacement en tonneaux	5.285	8.250
Puissance indiquée	3.600^{ch}	6.300
Nombre de cylindres	2	3
Diamètre des pistons	2.562	1.220 — 2.110
Course	3.048	1.676
Nombre de tours par minute	17	55
Nombre de chaudières tubulaires	8	7
Nombre de foyers	40	39
Charge des soupapes	0^{kg}.413	6^{kg}
Surface de chauffe totale	2.052^{m2}	1.818^{m2}
Surface de grille totale	72	72.5
Charbon dans les soutes	1.400^{t}	»

Appareil dynamométrique. — M. Elihu Thomson donne dans le *Journal of the Franklin Institute* la description d'un dynamomètre dû à M. von Hefner Alteneck de la maison Siemens, et employé pour l'appréciation du travail absorbé pour la mise en mouvement des machines dynamo-électriques de Siemens.

Cet appareil dont la figure ci-dessous donne la disposition élémentaire se compose essentiellement d'une transmission I intermédiaire entre la poulie motrice D et la poulie conduite M; cette transmission se compose de deux poulies portées sur le même arbre, et on mesure l'effort exercé entre les poulies D et I qui doivent avoir le même diamètre. Entre ces deux poulies sont des galets B et C, portés par un châssis qui peut se mouvoir verticalement; la distance des galets sur lesquels porte la courroie qui réunit D et I est telle que les angles A et A′ formés par la rencontre des directions des brins de la courroie soient tous deux de 60°. Le châssis est suspendu à un levier et on équilibre son poids et celui des galets au moyen d'un petit contrepoids *p;* cet équilibre est établi une fois pour toutes.

Si le mouvement des poulies a lieu dans le sens indiqué par les flèches,

et si la poulie I éprouve une résistance provenant de la poulie M, le brin inférieur de la courroie se tend, tandis que le brin supérieur se détend, et le châssis est sollicité à s'abaisser. On le maintient au moyen d'un



poids P, placé à une distance convenable sur le levier, et la position du poids donne la mesure de l'effort transmis par la courroie.

Le principe de l'appareil repose sur une considération géométrique des plus simples; comme, par hypothèse, les angles A et A' sont égaux et valent chacun 60°, la résultante des tensions du brin conducteur de la courroie allant de I à D est précisément égale à ces tensions, puisque cette résultante est la diagonale d'un parallélogramme formé de la juxtaposition de deux triangles équilatéraux. Le poids P donne donc directement la tension de la courroie, ou plus exactement la différence des tensions, qui représente l'effort moteur.

Si, comme le cas se présente généralement, le nombre de tours du moteur est constant et que, par suite, la vitesse de la courroie entre I et D soit toujours la même, les puissances transmises se trouvant proportionnelles aux efforts, l'échelle sur laquelle est déplacé le poids P peut être graduée en kilogrammètres ou en chevaux.

Bien construit, cet appareil est très sensible et très exact, et il présente le grand avantage de ne pas absorber, par ses résistances propres, une portion importante du travail.

L'appareil, sur lequel a opéré l'auteur américain, a les proportions suivantes : diamètre des poulies I et D, $0^m,816$; distance de ces poulies $0^m,816$, diamètre des galets $0^m,204$, distance de centre en centre des galets $0^m,255$; longueur du levier $2^m,040$, distance du support du levier au point d'attache du châssis des galets $0^m,255$; les divisions de l'échelle sont distantes de $0^m,127$, et indiquent des chevaux-vapeur; le poids P est de $14^k,95$ et la courroie a une vitesse de $10^m,10$ par seconde. Il est à peine besoin de faire remarquer que la singularité de ces chiffres tient à ce qu'ils proviennent de la transformation de mesures anglaises.

Chemin de fer de Hillerod à Grasted. — Le chemin de fer

de Hillerød à Grasted dans l'île de Seeland, en Danemark, a été commencé en avril et ouvert en décembre 1879. Il a une longueur de 20,7 kilomètres et est à voie normale. La plate-forme occupe 3m,14 de largeur. Les pentes maxima ont 14 millièmes et le plus petit rayon des courbes est de 314 mètres. Les rails d'acier pèsent 14,9 kilogrammes par mètre courant, et, au lieu de traverses en bois, sont portés sur des longrines en fer laminé du système Livesey.

Le chemin est exploité au moyen de voitures à vapeur Rowan. Ces voitures comprennent le moteur, un compartiment pour la poste et les bagages et deux compartiments, l'un de seconde, l'autre de troisième classe, pour les voyageurs. Il y a en outre pour l'été une impériale ouverte comme celle des omnibus ordinaires; sous la voiture on a ajouté une caisse pour les menus colis.

La voiture est portée sur deux bogies à quatre roues chacun; le châssis et la membrure sont en acier et les revêtements de la caisse en bois de teak.

Le véhicule pèse 13 tonnes vide et 24 tonnes avec chargement complet, ce qui fait 6 tonnes par essieu.

L'appareil moteur a deux cylindres de 0m,200 de diamètre et 0m,330 de course. La surface de chauffe est de 17 mètres carrés, et la pression de la vapeur atteint 13 1/2 kilogrammes par centimètre carré. Le poids de la machine portant sur le bogie d'avant, il y a assez d'adhérence pour remonter une rampe de 50 millimètres; d'autre part, la construction du véhicule lui permettrait de passer dans des courbes de 35 mètres de rayon. On peut atteler derrière la voiture un ou plusieurs wagons à marchandises ou même des voitures à voyageurs, la machine étant capable de traîner 100 tonnes sur 10 millièmes ou 40 sur 25 et la vitesse de marche pouvant varier de 20 à 50 kilomètres à l'heure. Sur niveau la dépense est de 2 kilogrammes de coke par kilomètre pour la voiture seule.

Le matériel se compose de deux voitures à vapeur, une locomotive ordinaire de 12 tonnes, deux voitures à voyageurs, cinq wagons à marchandises ordinaires, et quinze wagons à essieux convergents, système Cleminson.

Il y a quatre trains par jour dans chaque sens.

L'exploitation est des plus simples. Il n'y a ni signaux, ni barrières, ni gardes. On se contente de siffler et de ralentir à la rencontre des chemins. Le train porte deux employés, un mécanicien et un agent pour les billets qui se délivrent en route, ce dernier étant d'ailleurs capable de suppléer le mécanicien en cas d'accident. Les compartiments des voyageurs sont en hiver chauffés sans dépense spéciale par la vapeur d'échappement de la machine.

Outre les stations extrêmes de Hillerød et Grasted, il y a trois stations intermédiaires et deux haltes consistant en un simple abri sans personnel.

La dépense totale s'est élevée à 850,000 francs en nombre rond, y compris les indemnités de terrain et le matériel roulant, ce qui représente 41,250 francs par kilomètre. (*Organ.*)

État des travaux du chemin de fer du Gothard. — Dans la Chronique de février 1880, page 311, nous avons donné d'après l'*Eisenbahn* l'état d'avancement des travaux du chemin de fer du Gothard, au 31 janvier 1880, pour les cinq sections de Immensee-Fluelen, Fluelen-Goschenen, Airolo-Biasca, Cadenazzo-Pino et Giubasco-Lugano; voici d'après le même journal la situation au 31 janvier 1881, pour les mêmes sections.

DÉSIGNATION.	QUANTITÉS A FAIRE.	FAITS AU 31 JANVIER.	
		QUANTITÉS.	POUR 100.
Terrassements	4.827.450	3.796.330	79
Maçonnerie	297.040	213.200	72
Tunnels	24.061	»	»
Id. Galerie de direction	—	22.090	92
Id. Élargissement	—	19.325	80
Id. Strosse	—	17.998	75
Id. Maçonnerie de la voûte	—	9.880	41
Id. Maçonnerie des pieds-droits.	—	8.531	38

Nous rappellerons qu'au 31 janvier 1880, les chiffres de la dernière colonne donnant les proportions pour 100 exécutées, étaient respectivement 27, 20, 48, 32, 16, 1 et 1. La comparaison de ces derniers chiffres avec ceux du tableau ci-dessus permet d'apprécier l'activité apportée aux travaux.

Les différentes valeurs d'une tonne anglaise. — Sous le titre *What is a ton*, l'*Iron* publie une note dont voici le résumé :

Les différentes valeurs de la tonne anglaise sont curieuses à énumérer. En voici quelques-unes : Le minerai de cuivre se vend aux usines par tonnes de 21 quintaux ou 2,352 livres (1,065 kilog.); mais le cuivre manufacturé est traité en tonnes de 2,240 livres (1,015 kilog.). La tonne de coke est de 2,000 livres (906 kilog.); la tonne de fonte de forge, 2,268 livres (1,027 kilog.); de blooms, 2,464 livres (1,116 kilog.); de métal affiné, 2,700 livres (1,223 kilog.). Le charbon en Amérique s'achète par tonnes de 2,240 livres et se revend par tonnes de 2,000 livres. En Angleterre, pour le charbon, la tonne a une valeur uniforme de 2,240 livres (1,015 kilog.), sauf cependant à Newcastle, où on se sert, pour le chargement à bord des navires charbonniers, de tonnes de 30 quintaux ou 3,360 livres (1,522 kilog.). Cette même mesure est employée au Canada pour la vente des charbons de Newcastle.

Ne vaudrait-il pas mieux adopter, d'une manière générale, la tonne métrique en usage sur le continent européen? Il est vrai que cette adoption conduirait forcément à celle du système métrique à laquelle, malgré tous

ses avantages, nous nous opposons de toutes nos forces, *we are at present struggling with all our might.*

Il en est à peu près de même aux États-Unis; à côté de la tonne de 2,240 livres, on trouve actuellement la tonne de 2,000 livres très fréquemment employée, notamment dans les chemins de fer pour ce qui concerne le combustible, et dans toutes les mesures relatives aux expériences sur la résistance des matériaux.

Congrès de la Société technique de l'industrie du gaz. — La Société technique de l'industrie du gaz vient de faire paraître le compte rendu du septième congrès tenu par elle à Paris, le 21 juin 1880, sous la présidence de M. Jordan; ce compte rendu renferme un certain nombre de mémoires intéressants sur les diverses questions qui touchent à l'industrie du gaz. Parmi ces communications techniques, on peut citer au premier rang l'étude de MM. Monnier et Thibaudet sur la construction d'un gazomètre télescopique à l'usine de Marseille, étude qui a reçu le prix de la Société technique.

Nous croyons devoir entrer dans quelques détails au sujet de ce travail important.

Les auteurs commencent par justifier le type adopté, système télescopique, par des considérations d'économie d'établissement, tant pour la citerne que pour la partie métallique, l'expérience faite dans un nombre considérable d'usines à gaz ayant d'ailleurs démontré que l'économie n'est compensée par aucune infériorité au point de vue du fonctionnement, de la sécurité, etc. La citerne a un diamètre de 40 mètres, la hauteur de la paroi verticale est de $8^{m},50$.

Après avoir comparé les trois modes de construction suivants, construction en briques et ciment, construction en béton hydraulique, et construction métallique en tôle, on a conclu à l'adoption d'une cuve en béton de ciment pour la partie cylindrique et en béton de chaux du Teil pour le radier.

La cloche a $39^{m},20$ de diamètre pour la partie extérieure (2me levée) et $38^{m},40$ pour la partie intérieure (1re levée), les hauteurs des levées étant respectivement 8 mètres pour la première et $7^{m},95$ pour la seconde. La calotte a une courbure sphérique de $91^{m},91$ de rayon. Elle est soutenue par dix-huit fermes en treillis formant une charpente qui est complètement indépendante de la calotte pour laisser à celle-ci la faculté de prendre sous la pression du gaz la courbure régulière qui lui convient, et que, malgré tous les soins apportés à la construction, il n'est pas possible de lui donner exactement *à priori*. La capacité totale du gazomètre est de 18,332 mètres cubes.

Les tuyaux d'entrée et de sortie sont du système articulé et conformes au modèle adopté par la Compagnie parisienne du gaz. C'est, paraît-il, la première fois que ce système est appliqué à un gazomètre télescopique. Une des parties les plus importantes est le guidage. Il s'effectue au moyen

de dix-huit colonnes entretoisées à leur sommet et encastrées à leur base dans des sabots en fonte solidement attachés à la cuve. On a employé simultanément le guidage tangentiel et le guidage normal, le premier effectué au moyen de cinquante-quatre paires de poulies tangentielles de de 0m,500 de diamètre placées dans trois plans horizontaux différents, savoir : 1° à la partie supérieure de la première levée; 2° en haut de la deuxième levée; 3° au bas de la deuxième levée. Le guidage normal est opéré par dix-huit poulies également de 0m,500 de diamètre.

Les colonnes se composent chacune de treize anneaux s'emboîtant les uns dans les autres, le plus grand ayant 1 mètre de diamètre.

Les épaisseurs de tôle varient progressivement de 12 à 6 millimètres. Les échantillons de tôle sont pour la cloche, de 4 millimètres pour la calotte sphérique, 10, 5, et 3 millimètres pour la partie cylindrique de la première levée, et 5 millimètres pour la seconde levée. Les deux levées sont, en outre, renforcées par trente-six armatures formées de fers à double T placés suivant les génératrices. Le joint hydraulique est formé d'un fer en U cintré et rivé contre la paroi de la cloche d'une part, et de l'autre contre un rebord en tôle de 8 millimètres, dont l'arête supérieure est bordée par un fer demi-rond.

La cuve a été exécutée en 1877 et, en 1878, on a construit la charpente de guidage et la cloche. Le gazomètre a été complètement terminé le 7 août 1878, et il fonctionne parfaitement depuis le mois de novembre de la même année, en donnant une pression de 186 millimètres d'eau, la première cloche fonctionnant seule, et de 234 millimètres les deux levées fonctionnant ensemble.

Le poids total de la partie métallique est de 296,824 kilogrammes.

La dépense totale a été :

Pour la cuve.	195,618f, 60
La charpente de guidage.	92,715 02
La cloche.	187,213 53
Total.	475,547f, 15

Soit 24 fr. 66 par mètre cube de capacité totale de la cloche, et 25 fr. 95 par mètre cube de capacité utilisable.

M. Poncin a donné une note sur les essais d'éclairage de débarquement de nuit des navires et de transbordement de nuit des marchandises à bord des péniches. Ces essais ont été faits à Rouen, en mai 1880. Le programme était :

1° Éclairage complet des terre-pleins et chaussées;

2° Éclairage des navires déchargeant à quai et des péniches en transbordement;

3° Éclairage du fleuve de manière à permettre les mouvements des navires dans le port.

La première partie du programme a été remplie au moyen d'une file de becs intensifs distants de 20 mètres et ayant la flamme à 4m;30 du sol.

Cet éclairage a été jugé trop brillant et la Chambre de commerce a été d'avis qu'il suffirait d'avoir une file de becs intensifs distants de 30 mètres à 11m,50 de quai, et deux files de becs ordinaires à 150 mètres de chaque côté de la chaussée.

La deuxième partie du programme, qui consistait dans l'éclairage des navires et des péniches, a été résolue au moyen de tuyaux en cuir avec spirale intérieure en cuivre et raccords en cuivre qu'on visse sur des prises de gaz placées sur les quais tous les 50 ou 60 mètres; ces tuyaux ont 27 millimètres de diamètre intérieur. Une pièce en cuivre, dite distributeur et portant six raccords à vis, se fixe par un de ces raccords au tuyau d'arrivée du gaz; deux autres raccords de 20 millimètres de diamètre reçoivent des tuyaux élastiques pour conduire le gaz aux panneaux du navire; deux raccords de 13 millimètres servent à l'éclairage de bascules placées soit sur le navire, soit sur le quai ou à celui des péniches en chargement; enfin le dernier raccord, qui a 20 millimètres de diamètre, reçoit un boyau de 6 mètres de long qui conduit à un bec intensif mobile accroché à une vergue, et placé au point le plus convenable pour éclairer aussi bien que possible le navire et la grue à vapeur ou la péniche en chargement.

Des boyaux en cuir double vissés aux raccords conduisent le gaz partout où il est utile; ils sont terminés, soit par des tiges de 1m,70 en cuivre, à l'extrémité desquelles sont ajustés trois robinets d'appareils avec trois rallonges et coudes avec brûleurs, soit par des chandeliers à quatre becs réglés par un seul robinet à leur base.

Les tiges sont descendues dans les cales et entreponts. Les chandeliers établis sur le navire servent à compléter l'éclairage, soit du navire, soit des bascules sur le navire, soit des péniches.

Plusieurs essais d'éclairage de déchargement de nuit ont été faits, notamment du 19 au 20 mai, sur un steamer de 1,000 tonneaux chargé de vins. L'installation des appareils a demandé deux heures, mais avec un peu d'habitude on la ferait en moins d'une heure. La consommation du gaz a été de 6,300 litres par heure. La dépense totale est donc très minime si on la compare à celle des surestaries qui frappent le retard dans le déchargement et qui représentent au moins 20 francs par heure.

Quant à la partie du programme qui concerne l'éclairage du fleuve, on doit supposer qu'elle sera suffisamment remplie lorsqu'il y aura de chaque côté de la Seine deux lignes de becs intensifs. On peut y ajouter l'emploi de lentilles qui projetteront la lumière jusqu'au milieu du chenal.

On peut signaler encore un mémoire de M. Cadel sur l'application d'une méthode de condensation ayant pour but l'augmentation du pouvoir éclairant et la suppression des dépôts de naphtaline et dont le principe consiste à éviter le contact entre le gaz et le goudron condensé, ou tout au moins empêcher ce contact à des températures relativement basses, et enfin diverses notes de M. Servier sur une machine à charger les cornues, sur

des gazomètres de diverses formes, de nouveaux types de genouillères de gazomètres, des manomètres d'alarme et tuyaux de trop-plein de gazomètres, etc.

Le compte rendu contient également une description sommaire de l'Usine de la Compagnie parisienne, à Clichy, qu'ont visitée les membres du Congrès. Nous croyons devoir extraire quelques renseignements intéressants de cette description.

L'usine située, comme on sait, entre le chemin de fer de l'Ouest et la Seine, s'étend sur une surface de 165,000 mètres carrés sans interruption. Les charbons arriveront, soit par la Seine, soit par des voies ferrées reliées avec l'Ouest. Ils seront distillés dans quinze batteries de six fours doubles comportant 1,440 cornues de 3 mètres de longueur.

Il y a par groupe de 480 cornues un collecteur de $0^{m},80$ de diamètre aboutissant à la canalisation générale par quatre tuyaux de $0^{m},500$ de diamètre, branchés sur trois conduites de $0^{m},700$.

Les condenseurs en jeux d'orgues ont 9,123 mètres carrés de surface, soit 28 mètres carrés par 1,000 mètres cubes de gaz fabriqué.

Il y a six appareils extracteurs à vapeur, chacun à trois cylindres, pouvant extraire collectivement 480,000 mètres cubes.

La surface épurante est de 1,440 mètres carrés, soit 4 mètres carrés par 1,000 mètres cubes de gaz fabriqué.

Les compteurs de fabrication, au nombre de dix de 4 mètres de diamètre et 4 mètres de longueur, peuvent compter chacun 40,000 mètres cubes par jour.

Il y a enfin sept gazomètres pouvant emmagasiner un cube total de 210,000 mètres. Les cloches ont 55 mètres de diamètre et 13 mètres de course. Les fondations des cuves ont dû être descendues à 2 mètres au-dessous du niveau des eaux de la Seine et les cuves elles-mêmes émergent de 8 mètres au-dessus du sol primitif; il a fallu faire des remblais énormes en sable pilonné avec le plus grand soin par couches de $0^{m},050$ d'épaisseur, dont le cube total atteint 160,000 mètres cubes.

Les installations pour les sous-produits ne sont pas moins complètes; les citernes à goudrons et eaux ammoniacales ont un cube de 2,300 mètres représentant le produit de vingt jours de la plus grande fabrication. Six casse-cokes peuvent broyer et bluter 25,000 hectolitres de coke.

Cette magnifique usine, pouvant produire annuellement 75 millions de mètres cubes de gaz, représente, dit-on, y compris la pose des 15 kilomètres de conduites de 1 mètre de diamètre qui la relieront aux divers quartiers de Paris, une dépense de 22 millions de francs.

COMPTES RENDUS

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

DÉCEMBRE 1880.

Rapport de M. DE LABOULAYE, sur les **Instruments de dessin,** présentés par M. P. AVRIL.

Ces instruments composent un matériel relatif à la production du dessin pour l'héliogravure.

Le premier de ces appareils est un T pour tracer des lignes parallèles à intervalle parfaitement constant ou à augmentation graduée d'intervalle. Le second n'est autre que le premier disposé pour donner des lignes rayonnantes, équidistantes autour d'un centre pour tracer les rayons d'un cercle et dégrader à volonté des surfaces coniques. La troisième machine a pour objet de produire facilement des lignes pointillées et de remplacer pour les dessinateurs les molettes dont se servent les graveurs.

Notice sur les derniers travaux d'Adolphe Brongniart, par M. J.-B. DUMAS.

Discours prononcé par M. BARRAL, au nom de la Société nationale d'agriculture, aux funérailles de M. Moll.

Discours prononcé aux obsèques de M. J. Personne, par M. JUNGFLEISCH.

Discours prononcé par M. DUMAS, sur la tombe de M. Chasles, au nom de la Société des Amis des Sciences.

Sur l'**Utilité des pompes à vapeur pour élever l'eau nécessaire au traitement des vignes envahies par le phylloxera,** par M. HERVÉ-MANGON.

Cette communication contient des documents intéressants sur diverses installations pour travaux de submersion. Ainsi M. Pitter a employé des pompes centrifuges qui, actionnées par une machine à vapeur de 12 chevaux, peuvent, avec 120 litres par seconde, submerger 30 à 40 hectares, et, avec 8 chevaux et 80 litres, submerger 12 à 15 hectares. La dépense d'eau est ainsi de 1,5 à 3 litres d'eau par seconde et par hectare et, avec des machines

louées, le prix des submersions varie entre 200 et 250 francs l'hectare pour les grandes et moyennes propriétés, et à 300 et 350 francs pour les petites, non compris les digues.

M. Jeminy a fait, aux environs de Bordeaux, de nombreuses installations pour submersions.

La moyenne de la dépense de houille pour l'élévation de l'eau a été de 1533 kilogrammes par hectare.

A cette communication est jointe une note de M. Thirion sur l'emploi pour le traitement des vignes phylloxérées des pompes mobiles à vapeur de son système. Il y a deux catégories pour ces pompes; les unes servent simplement à prendre l'eau et à la rejeter sur le sol, tandis que les autres refoulent sur les hauteurs, parfois sous une charge de 300 mètres, l'eau nécessaire au traitement des vignes pour les sulfo-carbonates. Ces pompes sont montées sur quatre roues; la chaudière est verticale avec tubes de circulation en U, il y a deux cylindres à vapeur, dont chacun commande directement une pompe et un arbre avec deux coudes à 90° portant un petit volant et les excentriques de distribution pour la vapeur. Ces pompes ont un meilleur rendement que les pompes centrifuges. Il y a quatre types de ces machines. On emploie généralement, pour le refoulement, des tuyaux de 70 millimètres de diamètre, pour diminuer le poids et l'encombrement, question intéressante pour des appareils transportables; M. Thirion fait voir que pour des refoulements à grande hauteur et grande distance, par exemple, 60 mètres de hauteur et 1000 mètres de longueur de conduites, on peut diminuer de moitié le travail à dépenser, en portant le diamètre des tuyaux à $0^{m},10$.

Sur l'état de la question des **Chemins de fer trans-sahariens**, par M. le baron Baude.

Sur l'**Alimentation et le travail des chevaux de trait**, par M. A. Muntry. — Les recherches qui font l'objet de cette note ont été faites au dépôt de Vincennes de la Compagnie générale des Omnibus, sur une cavalerie de 400 chevaux.

La première partie contient l'étude des procédés d'analyse employés pour déterminer la valeur alimentaire des fourrages et la composition, en principes immédiats, d'une ration expérimentée depuis deux ans et jugée suffisante pour l'entretien de l'animal et la production du travail. Il a été établi, par un grand nombre d'expériences qui ont vérifié la constance du poids moyen des animaux soumis à cette ration, qu'elle remplissait les conditions d'une ration de travail théorique.

Elle a donc servi de base à des expériences de substitution. Ces essais ont montré que l'on pouvait modifier la composition de la ration sans inconvénient pour l'état du cheval et la production du travail et réaliser ainsi des économies notables, à la condition, toutefois, d'opérer ces substitutions en s'appuyant sur l'analyse immédiate des fourrages qui per-

mettra de donner, sous des formes très variées, les mêmes quantités d'éléments utiles.

La seconde partie traite plus spécialement des relations entre les substances alimentaires et le travail qu'elles produisent par l'intermédiaire de l'organisme vivant. La différence entre la ration de travail, c'est-à-dire la somme d'aliments nécessaire au cheval effectuant un travail déterminé, pour produire ce travail et subvenir en même temps aux besoins de son organisme, et la ration d'entretien, c'est-à-dire la somme d'aliments nécessaire au cheval pour se maintenir à un état déterminé sans effectuer aucun travail extérieur, étant la somme d'aliments correspondant à la production du travail, on trouve que ce quantum est sensiblement les 7/12 de la ration de travail pour les chevaux sur lesquels on a opéré, dont le poids moyen est d'environ 550 kilogrammes et qui, attelés aux voitures de tramways du Louvre à Vincennes, font de 16 à 17 kilomètres par jour.

JANVIER 1881.

Liste des membres titulaires et des membres honoraires du Conseil d'administration.

Rapport de M. VOISIN-BEY sur les **formes de radoub** construites, à Toulon, par M. HERSENT.

On sait que cette question a été traitée devant la Société des Ingénieurs civils par M. Hersent lui-même, dans la séance du 18 février 1881. Le rapport de M. Voisin-Bey se termine par des calculs sur la résistance du caisson dans le sens transversal et longitudinal, de la maçonnerie et de l'ensemble du caisson et de la maçonnerie.

Rapport de M. DE LABOULAYE sur le **moulin tamiseur** de M. POIRIER.

Éloge de M. AMÉDÉE DURAND, par M. J.-A. BARRAL.

Sur les procédés de M. Baeyer pour la préparation artificielle de l'indigotine, par M. Rosenstiehl.

Documents sur l'industrie et le commerce des tapis turcs, présentés par M. Mourceau, au nom de M. Routier, fabricant à Smyrne.

Concours ouvert par la Société physico-chimique russe, pour une lampe brûlant les huiles lourdes de pétrole pour éclairage.

ANNALES DES PONTS ET CHAUSSÉES

FÉVRIER 1881.

Étude sur le **desséchement des pays watringués** du nord de la France pour l'écoulement des eaux nuisibles à la mer, par M. A. Crépin, ingénieur des ponts et chaussées.

La première partie de ce mémoire est l'examen et la justification des dispositions proposées pour le desséchement des première et deuxième sections des watringues du nord, consistant dans un canal terminé par une écluse à la mer de dimensions capables d'écouler à chaque basse mer assez d'eau pour assurer le desséchement du territoire dans les conditions reconnues les meilleures.

La seconde partie est l'exposé d'une méthode rapide et rationnelle pour la rédaction des projets de desséchement des pays watringués, par l'emploi des tableaux et procédés graphiques.

L'auteur indique que jusqu'ici l'empirisme et le tâtonnement ont régné en maîtres dans les rédactions des projets de watringues, et que les méthodes qu'il indique sont de nature à faciliter singulièrement l'étude de ces projets, question d'une réelle importance, au moment où l'État va faire des dépenses considérables pour des travaux d'ouvrages d'art à la mer devant servir aux desséchements.

Pont construit à Glasgow, sur le Missouri (États-Unis), par le général William, S. Smith, d'après une note remise à la Commission des Annales.

Ce pont comprend six grandes piles en pierre espacées de 96 mètres, et portant cinq paires de poutres métalliques du système Pratt; il y a, en outre, deux viaducs d'accès.

La longueur totale de l'ouvrage est de 1,237 mètres divisés comme suit :

Rive gauche, viaduc métallique	295	mètres.
Pont proprement dit.	480	—
Rive droite, viaduc métallique.	198	—
— viaduc en bois.	264	—

Cinq des grandes piles ont été fondées à l'air comprimé.

Les grandes poutres sont entièrement composées d'acier dit *Hay-Steel;* le métal y travaille à 13, à 14 kilogrammes par millimètre carré, soit le cinquième de la résistance à la rupture.

La note contient l'exposé des expériences faites sur ce métal en vue de

la construction du pont de Glasgow. L'acier devait résister sans se rompre à des efforts d'extension de 58 kilogrammes par millimètre carré. L'allongement produit par cette charge devait être au plus de 1/10 de la longueur primitive, et la diminution de section transversale à l'endroit de la rupture ne pas dépasser 1/20 de la section normale.

L'effort d'extension correspondant à la limite d'élasticité devait être de 34,5 kilogrammes par millimètre carré; de plus, pendant que la pièce était soumise à cet effort, elle devait recevoir de forts coups de marteau de forgeron sans qu'un allongement permanent se produisît.

Les pièces soumises à la compression devaient de même pouvoir supporter une charge de 34,5 kilogrammes par millimètre carré sans rien perdre de leur élasticité.

Sur l'**emploi des fonctions hyperboliques** dans les calculs de résistance des matériaux, par M. Yvon Villarceau, membre de l'Institut.

Calcul de l'**effort nécessaire pour mouvoir un bateau dans un canal courbe**, par M. Flamant, ingénieur en chef des ponts et chaussées.

ANNALES DES MINES.

6e numéro de 1880.

Compte rendu des expériences entreprises au chemin de fer du Nord pour l'**essai comparatif du frein à embrayage électrique** de M. Achard, et du **frein pneumatique** de M. Smith, par M. Vicaire, ingénieur des mines.

Notice sur les signaux électriques désignés sous le nom de **cloches autrichiennes**, par M. de Castelnau, ingénieur des mines.

Ces appareils, établis d'abord sur les lignes de l'Autriche-Hongrie et de la Haute-Italie, ont été introduits en France par la Compagnie de Lyon-Méditerranée, qui les a perfectionnés et déjà installés sur 800 kilomètres de son réseau; leur but spécial est d'assurer la sécurité de la circulation des trains sur les lignes à voie unique. On les place dans des postes intermédiaires échelonnés entre deux gares consécutives, de sorte qu'on peut de ces gares arrêter un train circulant dans la section, ou d'un point de cette section faire parvenir un signal aux gares, etc. Depuis leur établissement sur le réseau de Lyon, les cloches autrichiennes ont déjà rendu à la Compagnie et au public des services signalés.

Note sur des **cristaux épigènes de cuivre métallique** provenant des mines de Coro-Coro, en Bolivie, par M. Domeyko.

Note sur les **minerais de bismuth** de Bolivie, du Pérou et du Chili, par M. Domeyko.

Note sur l'**explosion d'une chaudière à vapeur** dans une forge à Glasgow, par M. Luuyt, ingénieur en chef des mines.

Cette chaudière, placée à la suite d'un four à puddler, était verticale de 2 mètres de diamètre avec des conduits intérieurs de $0^m,63$, pression 3 kilogrammes.

L'explosion a tué vingt-cinq ouvriers et blessé vingt-trois. Cette chaudière était en service depuis vingt ans, et la tôle extérieure le long d'une rivure longitudinale était entièrement corrodée par une fuite continue. Il y avait absence complète de surveillanco.

Rapport sur l'**explosion d'une chaudière à vapeur** dans une forge à Walsall (Angleterre), par M. Luuyt, ingénieur en chef des mines.

Cette chaudière verticale, avec conduit intérieur a également par une explosion causé la mort de vingt-cinq personnes. Les diamètres étaient, pour le corps $3^m,10$, et pour le conduit intérieur $1^m,95$, la pression de 3 kilogrammes. Une des rivures longitudinales avait été affaiblie par des réparations peu judicieuses; mais il y avait de plus des corrosions profondes que les visites superficielles n'avaient pas fait apercevoir.

Le jury a conclu qu'il y avait eu négligence et mauvaise direction, mais sans attribuer de faute à quelqu'un en particulier.

Comme la chaudière était assurée à une Compagnie qui devait l'inspecter, il y a une question importante au point de vue de la responsabilité de l'accident, question qui n'est pas encore tranchée. Le maître de forge prétend que la Compagnie doit tout prévoir et répondre de tout, celle-ci répond qu'elle a indiqué les mesures à prendre pour éviter les accidents et qu'elle ne peut être responsable si ces mesures n'ont pas été exécutées ou ne l'ont été qu'incomplètement.

Note sur l'**explosion d'une chaudière à vapeur** dans une fabrique de cotonnades à Roanne, par M. Meurgey, ingénieur des mines.

C'est une chaudière cylindrique horizontale de $1^m,45$ de diamètre avec un tube intérieur de $0^m,80$, timbrée à 7 kilogrammes. Le ciel du foyer intérieur s'est déchiré, il n'y a pas eu de victimes. La cause de l'accident est dans l'abaissement du niveau d'eau et la rupture de la tôle par suite de l'échauffement exagéré. Le foyer avait, de plus, déjà reçu un coup de feu antérieurement.

INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS.

JANVIER 1881.

Communication de M. HENRY CHAPMAN sur les **Filtres mécaniques du système Farquhar**, traduction de M. Henri Vaslin. — La cause principale des difficultés que l'on rencontre actuellement dans l'installation des égouts dans les grandes villes, se trouve dans l'impossibilité qui existait de filtrer économiquement une quantité si considérable de liquide. En effet, parmi les nombreux procédés mécaniques ou chimiques, aucun n'a pu être adopté d'une façon générale; et des centres de civilisation tels que Paris et Londres continuent à jeter leurs eaux d'égouts à la rivière au risque de nuire gravement à la santé des riverains.

La raison de l'insuccès des divers procédés mécaniques est facile à expliquer : dans tous les filtres mécaniques, qu'ils soient munis de toiles, de sacs, de sable, ou de tout autre couche granulaire, le liquide à filtrer est pressé contre une matière poreuse dont la surface est suffisamment ténue pour arrêter les impuretés solides et ne laisser passer que le liquide clarifié. — Lorsque ces impuretés sont de nature vaseuse, comme c'est le cas dans les égouts, leur dépôt sur la surface filtrante devient rapidement si compact que le liquide ne peut plus traverser cette nouvelle couche, quelle que soit la puissance de la pression employée. Le filtrage est donc arrêté jusqu'à ce qu'on ait enlevé le dépôt formé.

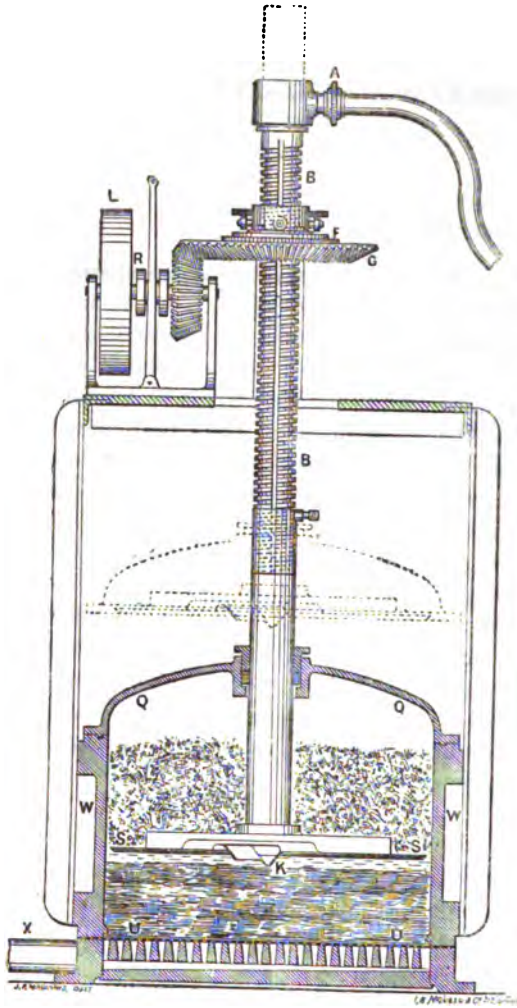
Ces arrêts répétés à de courts intervalles nécessitent un travail manuel, des rechanges d'appareils et de matières filtrantes pour opérer la purification des eaux d'égouts, même dans une petite ville, et rendent le coût du filtrage hors de proportion avec ses avantages.

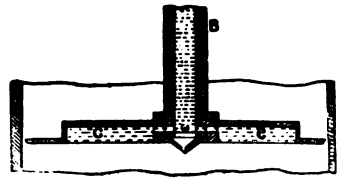
Il s'ensuit donc que pour qu'un système puisse être appliqué économiquement au filtrage des eaux d'égouts, il est absolument nécessaire que les arrêts trop fréquents soient évités.

Le principe du filtre Farquhar est l'enlèvement continu des matières étrangères tenues en suspension dans l'eau à filtrer, à mesure qu'elles viennent se déposer à la surface de la couche filtrante. Cette surface est ainsi tenue libre de toute obstruction et le filtrage rapide et continu.

DESCRIPTION DE L'APPAREIL ET DE SON FONCTIONNEMENT.

La couche filtrante qui est composée de sciure, de sable, de cendres ou de toute autre matière analogue est contenue dans un cylindre fermé W fig. I et repose sur une grosse toile supportée par une plaque perforée laquelle repose sur une grille U.





A Bouche d'arrivée du liquide à filtrer amené par un tuyau flexible.

B Arbre creux fileté conduisant le liquide à la couche filtrante.

W Cylindre du filtre.

U Fond perforé dudit. — X tuyau d'écoulement.

Q Dôme recouvrant le cylindre ; le pointillé indique son point de relevage lors du renouvellement de la couche.

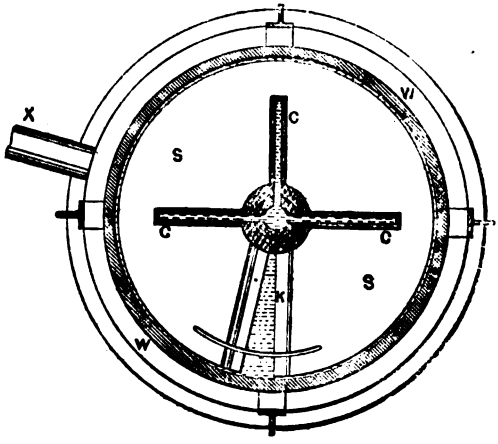
S Plateau fixé au bout inférieur de l'arbre B.

C Rigoles taillées en dessous du plateau pour la diffusion du liquide.

K Lame de rabot garnissant le secteur entaillé dans le plateau.

L Poulie de commande de l'engrenage FG qui fait tourner et descendre l'arbre B et le plateau S.

R Engrenage de renversement du mouvement de l'arbre B pour le relèvement du plateau.



Le liquide est refoulé dans le filtre par une tubulure A, passe dans l'intérieur de l'arbre fileté B et arrive au-dessous du disque à couteau S, d'où il est distribué par les canaux C uniformément sur toute la surface de la couche filtrante; celle-ci est alors traversée par le liquide qui laisse toutes ses impuretés solides à la surface, et finalement s'écoule par le tuyau X.

Pendant le travail on fait tourner le disque à couteau S au moyen d'une poulie L actionnant deux pignons d'angle, et on peut le faire descendre à la vitesse voulue indépendamment de la vitesse de rotation à l'aide du mouvement d'avance FG.

Il arrive quelquefois que les matières en suspension sont de nature calcaire; elles forment alors une mince couche qui constitue elle-même un excellent filtre. Dans ce cas, il est seulement nécessaire de faire tourner le disque à couteau sur la surface de cette couche dans le cylindre W sans le faire descendre. Le dépôt accumulé sera alors continuellement râclé et forcé par l'inclinaison du couteau K de passer à la surface du disque dont la partie inférieure sera toujours ainsi complètement libre, l'arrivée du liquide restant toujours en contact direct avec la surface de la matière filtrante.

Dans d'autres cas les matières en suspension sont de nature vaseuse et, lorsqu'on laisse s'accumuler un peu de ce dépôt, le filtrage est arrêté. Il est alors nécessaire que le couteau descende en même temps qu'il tourne, de telle façon qu'à chaque révolution, il enlève une tranche très mince de la matière filtrante avec le dépôt accumulé; il se produit ainsi à chaque révolution du couteau une surface propre sur la couche filtrante qui forme pour ainsi dire un nouveau filtre.

Les vitesses de rotation et de descente du disque à couteau sont déterminées par la quantité de dépôt qu'il faut enlever du filtre en un temps donné.

Lorsque le disque à couteau est descendu jusqu'à 50 ou 60 millimètres du fond, le mouvement de descente s'arrête automatiquement. L'opération touche alors à sa fin, et la matière filtrante qui au commencement était sous le disque, se trouve au-dessus entièrement mélangée aux résidus solides qui ont été retenus. Si on le désire, le liquide restant dans la matière filtrante à la fin de l'opération peut être expulsé par le tuyau X au moyen d'air comprimé envoyé dans le filtre par le tuyau B.

Pour extraire la matière filtrante et les résidus il est nécessaire de déboulonner le couvercle Q et de l'élever jusqu'au point indiqué par le tracé ponctué. Alors par le moyen d'un changement de marche R le disque à couteau, qui peut mettre quelques heures ou même plusieurs jours pour descendre au fond de la cuve, peut tourner rapidement en sens contraire, et remonter à chaque révolution de la longueur totale d'un pas de vis; de cette façon, en quelques minutes seulement, ces résidus sont automatiquement rejetés par-dessus le bord de la cuve W. Le disque et le couvercle Q sont alors élevés ensemble à une hauteur convenable au-dessus du cylindre W, hauteur indiquée par les traits ponctués, de façon à ce qu'on

puisse nettoyer ce cylindre et le remplir de matière filtrante pour une nouvelle opération. Le temps exigé par ce travail ne dépasse pas une heure.

De ce qui précède, il résulte clairement que chaque fois que le couteau enlèvera les impuretés solides et par suite nettoiera la surface du filtre, en empêchant ce dernier de s'obstruer, et le filtrage de s'arrêter, un nouveau filtre sera pour ainsi dire créé; il est donc évident que l'enlèvement de mille couches rendues imperméables par les dépôts correspondra à la création de mille filtres en état de bon fonctionnement.

Résultats d'expériences

La longueur du temps pendant lequel un filtre fonctionne, dépend de la quantité et de la nature des impuretés que contient le liquide et de l'épaisseur de la couche filtrante. La pression à exercer sur le liquide dépend aussi de sa nature et de la vitesse de filtrage que l'on désire obtenir. Les comptes rendus suivants d'expériences faites en France pourront servir de base.

Les dimensions de la couche filtrante employée pendant ces expériences étaient seulement de 25 centimètres de diamètre sur 25 centimètres d'épaisseur :

1° Aux Jardins d'essai des travaux de Paris à Asnières, des expériences furent faites le 27 août 1880 en présence de M. Buffet, ingénieur en chef des ponts et chaussées, et de MM. Durand-Claye et Locquet. Les eaux d'égouts furent filtrées et rendues parfaitement limpides et d'une façon continue à un débit moyen de 625 litres par minute avec une pression de liquide égale à une atmosphère. Lorsque la pression a été élevée à une et demie atmosphère la proportion a été de 8 litres par minute.

2° Au dépotoir des travaux de Paris à La Villette, des expériences ont été faites le 7 octobre 1880 en présence de M. Duval, directeur du dépotoir et de son personnel. En cette occasion les eaux-vannes furent parfaitement filtrées et rendues limpides et d'une façon continue à un débit de 1,50 litres par minute avec une pression de liquide égale à une atmosphère.

Il est reconnu que ce liquide est le plus difficile à filtrer. Il n'avait jamais pu l'être d'une façon continue avant l'expérience précitée, et c'est là une question des plus importantes dont on se préoccupe beaucoup en ce moment sur le continent. Il a été prouvé, à la satisfaction des ingénieurs et des personnes déléguées par l'administration pour assister aux expériences, que la machine était capable de séparer les solides des fluides et qu'un filtrage satisfaisant avait pu être obtenu, comme le démontrent les échantillons qu'on a conservés et qui ont été déposés au laboratoire des ponts et chaussées.

En outre, MM. Duval et Durand-Claye rapportent, en se référant à l'expérience sur les eaux-vannes, que, au commencement de l'opération, la

couche filtrante avait 25 centimètres d'épaisseur, qu'à la fin elle n'avait que 75 millimètres et que néanmoins *le liquide sortait encore limpide*.

Afin de démontrer pratiquement, devant les délégués officiels, le grand avantage de l'enlèvement continu des surfaces obstruées, le mouvement rotatif du disque à couteau fut arrêté dans le cours de l'expérience précédente; le couteau, par conséquent, cessa d'enlever les impuretés. Immédiatement le filtrage diminua de vitesse et en quelques minutes il fut totalement arrêté, bien que la même pression eût été maintenue sur le liquide. Le disque à couteau fut alors remis en marche, et aussitôt que le dépôt eut été enlevé par le couteau et eut passé à la partie supérieure du disque, le filtrage redevint aussi rapide qu'au commencement de l'expérience.

3° A la sucrerie de la Compagnie de Fives-Lille, à Coulommiers, des expériences ont été faites en présence de M. H. Pellet, chimiste de la Compagnie et des ingénieurs de l'usine. Du jus de betterave fut filtré d'une façon complète et continue par le modèle de machine à couche filtrante de 25 centimètres de diamètre avec un débit de 8 litres par minute, la pression sur le liquide étant égale à 2 atmosphères, le filtrage fut continué pendant deux heures et aurait pu être poursuivi encore pendant quatre heures sans changer la matière filtrante si on l'avait désiré.

Le filtrage fut déclaré par le chimiste M. Pellet parfaitement pur, aussi pur que si le jus eût passé au travers du papier à filtrer et bien meilleur que s'il eût été obtenu des filtres-presses ordinaires. M. Pellet ajouta qu'il ne voyait pas de raison empêchant de construire une machine marchant pendant 4 jours. (Leurs filtres-presses ordinaires fonctionnent seulement pendant 2 heures 1/2, après quoi on doit les démonter.)

La Compagnie de Fives-Lille, qui a acquis le droit de faire ces machines en France, construit en ce moment un appareil de grandes dimensions.

4° L'eau de rivière, qui contient des matières argileuses et vaseuses en suspension, lesquelles obstruent les filtres ordinaires, est filtrée et rendue parfaitement limpide par le modèle de machine ayant une surface filtrante de 25 centimètres de diamètre avec un débit dépassant 10 litres par minute sous une pression de 1 atmosphère; avec une pression de 2 atmosphères, la vitesse de filtrage serait considérablement augmentée.

Applications.

Égouts. — Il existe, on le sait, peu de liquides aussi difficiles à filtrer que les eaux-vannes, lesquelles, selon des rapports officiels, contiennent 100 pour 100 en plus de matières solides que les eaux d'égout.

Pour ce liquide, de même que pour les eaux d'égout, la sciure ordinaire est la meilleure matière à employer pour composer les filtres. Vu sa légèreté, son élasticité et sa nature absorbante, elle peut retenir environ huit fois son propre poids des impuretés en suspension. Elle est très bon marché, facile à obtenir en grande quantité et lorsqu'elle est saturée de matières organiques elle forme un engrais de valeur. — Il est cependant

d'autres matières que la sciure qui peuvent être employées : les cendres en poudre, le sable fin répondent très bien à cette application et ensuite forment aussi de bons engrais.

Dans l'expérience faite à Asnières, on prit les eaux à filtrer telles qu'elles venaient du collecteur; mais on a reconnu qu'avant de traiter les eaux-vannes il était bon d'y ajouter une petite quantité (3 pour 100 environ) de chaux, ce qui a pour objet de précipiter la filtration.

. Un grand avantage de ce procédé appliqué aux eaux d'égouts est l'état compact des résidus absorbés par la masse filtrante. Si, à la fin de l'opération, ce qui peut rester de liquide dans le filtre est expulsé au moyen de l'air comprimé introduit dans le cylindre par l'arbre creux, comme il a été dit déjà, on obtient directement de véritables blocs d'engrais susceptibles d'être transportés sans qu'il soit besoin de les soumettre au séchage, ce qui est important au double point de vue de l'économie et de la salubrité et, si l'on tient compte du profit que l'on peut tirer de ces résidus, on voit que le filtrage des eaux d'égouts peut se faire sans frais aucuns.

La vitesse de filtration obtenue avec le modèle dont il a été question étant de huit litres pour un diamètre de 250 millimètres, un appareil de 3 mètres de diamètre, par exemple, pourrait filtrer 1180 litres par minute, soit environ 1700 mètres cubes par 24 heures et, comme le temps nécessaire pour renouveler la masse filtrante est de une heure au maximum, depuis l'arrêt à la fin d'une opération jusqu'au commencement de la suivante, il est facile d'évaluer le nombre de machines qu'il faudrait employer au filtrage d'une quantité donnée d'eaux d'égouts.

Distributions d'eau. — Pour cet emploi cet appareil a prouvé sa réelle valeur : 1° au point de vue économique, les grandes surfaces de filtration actuellement usitées ainsi que les couches filtrantes de rechange qui occupent de grands espaces pouvant être supprimées; 2° au point de vue hygiénique l'eau n'ayant pas à être exposée en grandes surfaces à l'action insalubre de l'atmosphère dans les cités grandes et populeuses ou dans leur voisinage.

Finalement et ce point n'est pas le moins important, il a été prouvé que le filtrage par ce procédé donnait un liquide beaucoup plus pur que tout ce que l'on avait obtenu par les autres systèmes; de fait, pour répéter les paroles de M. Pellet, « la filtration était aussi complète que si elle eût eu lieu à travers le papier buvard, ce qui est le meilleur terme de comparaison. »

Dans toutes les expériences dont il a été parlé, une fois la filtration terminée on prit soigneusement des échantillons de la masse filtrante et toujours l'on trouva que la partie de la couche qui avait été enlevée pendant l'opération était intimement mélangée aux matières solides et limoneuses qui avaient été retenues; on remarqua aussi que la partie du filtre qui n'avait pas encore été enlevée par les couteaux restait parfaitement propre, à l'exception de sa surface supérieure seulement qui était recouverte d'une

mince couche de matières solides, ce qui prouve à l'évidence que ces matières ne pénètrent jamais dans l'épaisseur de la masse filtrante et se déposent seulement à sa surface.

Pour établir une comparaison entre les prix de revient du filtrage par ce procédé et par d'autres systèmes, celui qui est employé par la *Metropolitan Water Company*, par exemple, on peut prendre pour point de départ l'extrait suivant d'un des rapports officiels.

Volume filtré par mètre carré de surface et par heure :

New River Company	122	litres.
East London Company	65	—
Southwark and Vauxhall Company	75	—
West Middlesex Company	61	—
Grand Junction Company	103	—
Lambeth Company	195	—
Chelsea Company	97	—

Par ce qui précède, on voit que le taux moyen de filtration est à peu de chose près de 100 litres par mètre carré par heure.

Prenant la vitesse de filtration par la machine modèle dont il a été parlé à 10 litres par minute avec une pression de une atmosphère seulement à travers une surface filtrante de 25 centimètres de diamètre, la quantité par mètre carré de surface serait de 160 litres par minute ou 9600 litres par heure au lieu de 100 litres par heure obtenus par le procédé ordinaire, tel qu'on l'emploie actuellement. De ce calcul il résulte qu'une machine de 3 mètres de diamètre filtrerait 2100 mètres cubes par jour de 24 heures.

La construction de la machine étant extrêmement simple, le prix en serait peu élevé et pour la même raison le coût de l'entretien serait minime comparé à la production de travail. — La vitesse de filtration de cette machine est toujours constante et l'on n'éprouve aucune difficulté à filtrer des eaux contenant du frai de poisson ou des matières argileuses en suspension; tandis que dans les filtres ordinaires à sable la filtration diminue journellement eu égard à l'engorgement de la surface, spécialement avec les dépôts limoneux.

Le lavage de la surface du lit peut être fait d'après le même système que celui employé pour les autres systèmes.

Comme ces calculs sont basés sur les résultats obtenus avec une pression de liquide égale à une atmosphère seulement, il est évident que si l'on emploie une pression plus grande, dans des limites raisonnables l'on obtiendrait une vitesse de filtration supérieure et cela sans que la pureté de la filtration en soit altérée, ce qui a été prouvé par les expériences de Coulommiers où la pression employée était de 2 atmosphères.

Usines. — On verra sans peine qu'en dehors des distributions d'eau et des égouts, ce procédé de purification automatique est destiné à opérer une

révolution dans tous les systèmes de filtration et procurera une grande économie aux fabricants de sucre, aux brasseurs, aux fabricants de vinaigre et autres qui ont besoin d'une filtration efficace, rapide, continue et économique. — Il supprime l'usage des sacs ou toiles qui imposent une dépense annuelle considérable et qui ne donnent pas une filtration suffisante. Pour les brasseurs et les distillateurs il serait particulièrement utile pour filtrer les résidus qui contiennent actuellement une grande quantité de liquide utilisable qui, en pratique, est perdue eu égard à l'inefficacité des systèmes actuels de filtration continue.

Avantages de la sciure de bois comme matière filtrante.

A volume égal on a trouvé que les avantages suivants sont en faveur de la sciure de bois contre le sable, etc. :

1° Elle est meilleur marché;

2° Son prix de transport est minime, comparé à celui du sable;

3° Elle demande moins de travail manuel pour son lavage, surtout à cause de sa légèreté et de la facilité de manutention;

4° Elle produit une filtration bien plus efficace parce que les grains de sciure lorsqu'ils sont saturés adhèrent ensemble, et plus la pression employée est grande, plus les grains sont serrés e s'agglomèrent, ce qui ne peut avoir lieu avec le sable;

5° On filtre, au moyen de la sciure, dans un temps donné, un volume de liquide trois fois plus grand qu'avec le même volume de sable fin, par ce procédé.

La raison en est que les impuretés solides sont arrêtées immédiatement à la surface supérieure de la sciure et sont par conséquent enlevées instantanément par le couteau, de manière qu'il s'ensuit une filtration rapide et continue; tandis qu'avec le sable les impuretés pénètrent toujours à une certaine profondeur au-dessous de la surface supérieure, eu égard à l'impossibilité de tasser suffisamment les grains de sable, même sous la plus grande pression. En fait les particules de sciure se recouvrent presque hermétiquement l'une l'autre sous la pression, équivalent ainsi à plusieurs couches de toiles fines ou de papier buvard, et le lit de sciure de bois n'est ainsi perméable qu'au liquide pur.

La question qui se pose naturellement est celle-ci :

La sciure de bois communique-t-elle une saveur au liquide filtré, ce qui, pour le sucre, etc., serait désavantageux. La réponse est que, après que le liquide avec lequel la sciure a été saturée au commencement de la filtration a été expulsé, aucune saveur provenant de la sciure ne peut subsister dans le liquide filtré. La raison est que le liquide dont la sciure a été saturée est entièrement absorbé par les particules de sciure, comme par une éponge et que la totalité de ce liquide est, sous pression, exprimée hors des grains, emportant avec lui la plus grande partie de la saveur de la

sciure. La sciure étant comprimée, le liquide filtré ne peut pénétrer dans l'intérieur des grains et, dans son passage rapide à travers ces grains, il ne contracte aucun goût de ce fait.

Dans tous les cas la sciure doit être imbibée de liquide clair pour former le lit du filtre afin de créer une attraction capillaire égale dans tous les sens, de sorte que le liquide puisse couler également à travers le lit entier.

Des essais répétés ont été faits dans le but de savoir si le liquide à filtrer chasse devant lui la totalité du liquide employé pour saturer le lit au début de la filtration, ce qui a toujours été le cas, ainsi que le prouvent les essais suivants. La quantité d'eau employée pour saturer le lit a été soigneusement mesurée; aussitôt que cette quantité a été extraite et non avant, l'eau d'égout filtrée ou le jus sucré passa au travers de l'appareil.

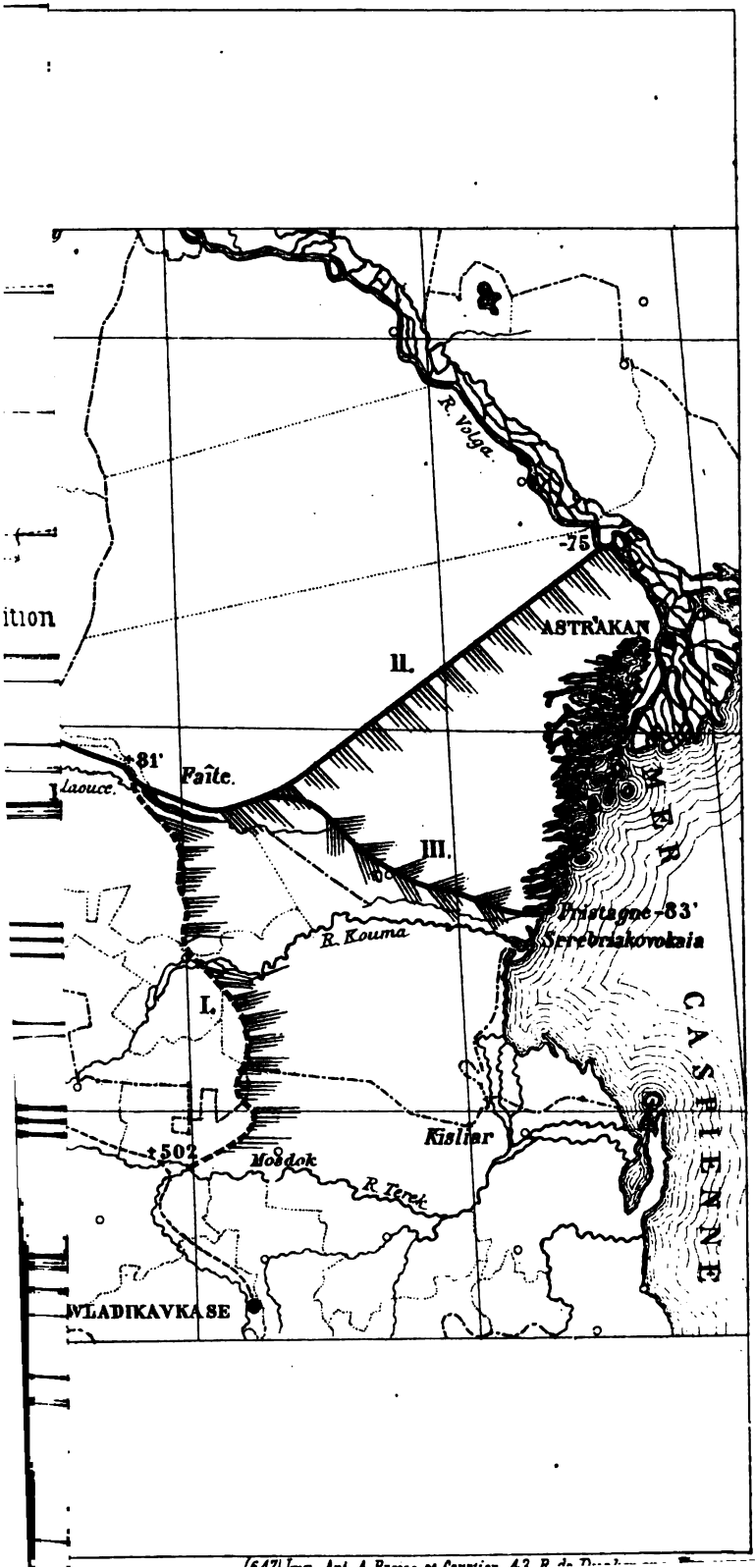
En terminant l'auteur exprime tous ses remerciements à M. John Frédérick Cooke Farquhar, et à M. Walter Oldham, les inventeurs du procédé, pour le concours qu'ils ont apporté à la rédaction de cet article.

Le Secrétaire-Rédacteur,

A. MALLET.

PARIS. — IMPRIMERIE E. CAPIOMONT ET V. RENAULT, RUE DES POITEVINS,
Imprimeurs de la Société des Ingénieurs civils.

T LA


R. Volga
75
ASTRAKAN
II.
81'
Faîte.
Laouce.
III.
Pristagne 83'
Serebriakovskaia
R. Kouma
I.
CASPIENNE
Kislar
502
Mozdok
R. Terek
VLADIKAVKASE

MÉMOIRES

ET

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

AVRIL 1881

N° 4

Pendant le mois d'avril les questions suivantes ont été traitées :

1° *Lettre de M. Ronna* à propos de l'utilisation des eaux d'égouts, séance du 1er avril, page 427.

2° *Barrage d'Orédon* (Analyse de la note de M. Carrié sur le) par M. Martin (Louis), séance du 1er avril, page 429.

3° *Installation et exploitation des lignes téléphoniques* (Communication de M. J. Armengaud jeune sur l'), séance du 1er avril, page 429.

4° *Exposition internationale d'électricité*, séance du 1er avril, page 445.

5° *Relation entre le diagramme de la machine à vapeur et la pesée d'eau d'alimentation* (Communication de M. Quéruel sur la), séance du 22 avril, page 447.

6° *Fabrication industrielle de l'oxygène par le procédé Brin frères* (Communication de M. Guitton sur la), séance du 22 avril, page 450.

7° *Ports de Marseille* (Communication de M. Douau sur les), séance du 22 avril, page 456.

Pendant le mois d'avril la Société a reçu :

De M. Albaret (Auguste), membre de la Société, un exemplaire d'une brochure sur les *Avantages, l'entretien et la conduite des rouleaux à vapeur construits aux ateliers de Liancourt-Rantigny, et destinés au cylindrage des chaussées d'empierrement.*

De M. Arsène Olivier, membre de la Société, sa brochure : *Le Nausol.* Étude sur un mode de propulsion des navires.

De M. de Ruolz, membre de la Société, un exemplaire du compte rendu de sa *Mission en France et en Angleterre. Question des houilles,* 4 volumes.

De M. Bocquet, membre de la Société, un exemplaire de son *Rapport sur le congrès international de l'enseignement.*

De M. Ozanne, membre de la Société, quatre brochures sur les *Distributions d'eaux de Rouen, d'Yvetot, de Libourne et d'Évreux.*

De M. Jules Bocquin, membre de la Société, une brochure sur le *Réfrigérant de masse cuite pour fabriques de sucre.* (Système Bocquin et Lipczynski.)

De M. E. Lecocq, membre de la Société, diverses notes sur le *Fonctionnement du frein Westinghouse.*

De M. Gavand, membre de la Société, un exemplaire de sa brochure sur *la Crau, son état actuel et son avenir au moyen du colmatage.*

De M. Arnodin, membre de la Société, une *Note sur le pont d'Ancenis.*

De M. Carimantrand, membre de la Société, *le Rapport sur l'exploitation des chemins du Nord de l'Amérique, par M. Hentz.*

De M. Vivien, membre de la Société, un exemplaire de son *Mémoire présenté au Congrès international d'hygiène de Paris, en 1878, sur les causes de l'altération des cours d'eau et les moyens d'épurer les eaux-vannes des sucreries et les eaux d'égouts des villes.*

De M. de Cossigny, membre de la Société, un exemplaire de sa communication sur *l'Origine des silex de la craie.* (Extrait du bulletin de la Société géologique de France. Séance du 8 novembre 1880.)

Les Membres nouvellement admis sont :

Comme membres sociétaires :

MM.	BRARD,	présenté par MM.	Gottschalk, Mallet et Piquet.
	DAVID (Henri),	—	Carimantrand, Cahen-Strauss et Mallet.
	DUCLOUX,	—	Carimantrand, Franck de Préaumont et Marché.
	FONTAINE,	—	Chevallier, Cornaille et Rey.
	FOUCART (Léon),	—	Gottschalk, Jordan et Lavezarri.
	GAYDA,	—	Brunon, Casalonga et Chrétien.
	GERMOND,	—	Delaperrière, Delaporte et Montupet.
	HUTTEAU,	—	De Comberousse, Gottschalk et Mathieu.
	JOLANT,	—	Carimantrand, Mallet et Marché.
	LAMINIÈRE (de),	—	De Comberousse, Contamin et Demimuid.
	MEYER (Jean),	—	Mallet, Marché et Mathieu.
	MONTERO PAULLIER,	—	De Comberousse, Demimuid et Gottschalk.
	VIRY,	—	De Comberousse, Demimuid et Tresca.

MÉMOIRE

SUR LES

PORTS D'ANVERS ET DE TOULON

PAR M. HERSENT.

PORT D'ANVERS.

Avant de parler du port d'Anvers, il a paru utile de dire quelques mots sur les transports en général, pour faire bien ressortir le rôle des ports maritimes et les conditions auxquelles ils doivent satisfaire.

A mesure qu'on avance avec l'application de procédés nouveaux, les moyens de transport ont une influence plus grande et modifient notablement les distances géographiques.

Ainsi, le fret du Havre à Marseille est aussi cher que celui du Havre à New-York. Les pierres de construction transportées par chemin de fer et par canaux à deux ou trois cents kilomètres, ne coûtent pas plus à Paris que celles des environs.

Les chemins de fer forment une industrie nouvelle, née d'hier, et beaucoup de personnes ont assisté à ses débuts ainsi qu'au rapide développement des services qu'ils ont rendus à l'humanité.

La navigation, au contraire, est une très vieille industrie, qui est exercée, suivant le pays, par une population spéciale, ayant des mœurs à part, mais qui, surtout, est régie par des lois et des usages venant de loin.

La population maritime est soumise, dès l'enfance, à l'inscription maritime, qui fait de chaque marin un soldat, quand c'est utile.

Un prélèvement sur les appointements du marin, au service de l'État ou du commerce, lui assure une trop modeste retraite après un temps considérable de navigation. Mais ces admirables populations maritimes, si braves et si dévouées à la patrie, sont par cela même privées

de la liberté d'agir, sans sécurité pour le lendemain, leur industrie est restée presque stationnaire, quand toutes les autres se sont développées.

Il y a dans l'organisation des gens de mer et dans les vieux usages des ports, une routine qui ne permet pas aux marins de s'émanciper et de participer au développement progressif dans la même mesure que les autres populations, et il paraît bien évident que la suppression de la totalité ou de la plus grande partie des mesures restrictives, auxquelles le marin et son navire sont soumis, rendrait à cette industrie la place qui lui appartient et dont se préoccupent avec sollicitude nos législateurs.

Les ports, naturels ou artificiels, ont été organisés et aménagés afin d'assurer un abri au matériel de mer et pour opérer avec économie la manipulation d'embarquement ou de débarquement.

Les bassins à flot, construits en grand nombre, permettant de conserver les navires à flot et au même niveau, favorisent la manutention et protègent la coque qui n'a plus besoin d'échouer à chaque marée.

L'un de nos premiers bassins à flot est le bassin du Roy, au Havre, construit de 1628 à 1669. Ses dimensions, comparées à celles des bassins actuellement en construction, donnent la mesure des modifications qui se sont produites depuis cette époque, et l'état actuel des rapides transformations qui se produisent, ne nous permet pas d'entrevoir ce qui sera utile dans vingt ans.

En comparant entre eux les ports de Marseille, le Havre, Dunkerque et Anvers, on peut se rendre compte des différences qui existent entre chacun d'eux, tant pour la manutention des navires que pour les opérations de chargement et de déchargement, et la liaison des quais avec le chemin de fer.

Le développement des quais du port de Marseille est sensiblement égal à celui du port d'Anvers, mais la disposition des bassins ne permet pas un trafic aussi considérable.

La forme rectangulaire n'est pas favorable aux mouvements des navires, qui ne peuvent accoster directement; d'un autre côté, la proximité des docks, par rapport aux quais, a empêché la jonction des voies secondaires avec les voies principales, par des courbes accessibles aux locomotives, et on a dû les réunir au moyen de plaques tournantes qui ralentissent la circulation.

Les ports du Havre et de Dunkerque sont actuellement à peu près dans les mêmes conditions que celui de Marseille, mais on doit faire remarquer que les nouvelles dispositions adoptées pour les bassins Freycinet, en construction à Dunkerque, paraissent de nature à donner toute satisfaction, pour la rapidité et l'économie des manutentions de wagons.

Les darses obliques par rapport au chenal, permettront aux navires d'accoster facilement, et les voies de chemin de fer, en grand nombre, pourront recevoir des trains entiers qui se rendront de la voie principale aux quais, au moyen de courbes accessibles à tout le matériel. C'est là une combinaison qui donnera sûrement des résultats économiques et à imiter pour de nouvelles installations.

Cet exposé, un peu long, fait ressortir qu'un port doit, non seulement satisfaire à la sécurité du matériel naval, mais aussi être agencé pour permettre la rapidité et l'économie de manutention de la matière transportée.

Le port d'Anvers est notablement mieux agencé que nos ports de France, malgré ses défectuosités actuelles ; les voies plus nombreuses, les grues hydrauliques et les gares, avec leur stock de matériel tout près, rendent plus prompts et plus économiques les rapports entre les transports terrestres et les transports maritimes.

En 1878, M. Quinette de Rochemont, ingénieur en chef des ponts et chaussées, au Havre, a fait une étude complète sur la situation et les travaux projetés au port d'Anvers, qui a été publiée dans les *Annales des ponts et chaussées*. Cette étude fait ressortir l'utilité des agrandissements considérables adoptés et déjà en cours d'exécution.

Pour faire ressortir et permettre d'apprécier l'importance relative des principaux ports français, il est intéressant de relater leur tonnage, ainsi que celui d'Anvers et de Gênes qui sont les voisins du nord et du sud.

En 1879, le tonnage des principaux ports français a été celui-ci :

pour	Dunkerque	726,401	tonnes,
	Le Havre	1,888,099	»
	Rouen.	582,951	»
	Bordeaux	871,930	»
	Marseille	2,591,052	»

Dans les deux ports étrangers, les plus voisins, le mouvement a été :

pour Anvers	5,614,243	tonnes.
Gênes	2,068,973	»

Cela démontre que l'industrie maritime s'est beaucoup plus développée à Anvers que dans notre pays.

Cependant le port d'Anvers est de formation récente, son premier bassin date de 1811. Depuis lors, les autres bassins ont été construits successivement; il y en a même de nouveaux qui ne sont pas encore livrés au commerce.

Le port actuel d'Anvers se compose des quais sur l'Escaut, de quatre petits canaux débouchant dans le fleuve, de sept bassins à flot, d'un sas et de trois formes de radoub.

Ces bassins sont les suivants :

Les anciens bassins construits par Napoléon I[er] et livrés à la navigation en 1811 et 1813; le bassin de Kattendyk exécuté par la ville et achevé en 1860; le bassin de jonction livré en 1869; les bassins au Bois, de la Campine et du Canal, finis en 1873.

Surface des bassins à flot, 40 hectares.

Longueur des quais, 4 kilomètres;

Longueur du talus, 2 kilomètres 500 mètres.

Surface des quais, 5 hectares 28 ares.

Les voies des chemins de fer établies sur les terre-pleins des bassins atteignent une longueur de 65 kilomètres, et occupent une superficie de 32 hectares; il existe plus de 40,000 mètres carrés de hangars couverts.

Les quais de l'Escaut ne sont pas compris dans cette énumération, ils ne sont actuellement accostables par les navires à grand tirant d'eau que sur une longueur de 500 mètres.

Ces installations déjà considérables sont devenues insuffisantes et l'on ne saurait donner une meilleure idée des travaux projetés et en cours d'exécution qu'en rappelant les communications faites il y a quelque temps par M. de Wael, bourgmestre d'Anvers, à la Chambre des représentants, dans laquelle il indique que :

en 1842-43, 1 m. de quai correspondait à 113 tonnes de jauge moyenne.
en 1855 — id. — à 175 — id. —
en 1864 — id. — à 237 — id. —
en 1873 — id. — à 245 — id. —
en 1876 — id. — à 300 — id. —

L'examen des causes qui ont permis à Anvers de prendre si rapidement un grand développement amène à constater :

1° L'excellente situation géographique à 80 kilomètres de la mer, rapprochant ainsi le port du centre de production et de consommation.

2° Une situation exceptionnelle de mouillage et d'abri avec un tirant d'eau de 8 mètres à marée basse sur plus de 4 kilomètres de longueur ; le jusant facilitant le mouvement des navires.

3° Des bassins nombreux devenus insuffisants, mais bien desservis par la voie ferrée avec un matériel considérable disponible et un quai important sur la rive droite du fleuve.

4 Des tarifs assez bas qui permettent d'expédier presque partout en concurrence avec Dunkerque et la Hollande.

5° Des voies de navigation intérieure, complétant la facilité d'accès des produits de l'intérieur, et permettant de les introduire sans encombrer les quais.

6° Une administration bienveillante cherchant à faciliter les opérations de mer, quelquefois si difficiles ailleurs. Le port d'Anvers a, pour ce motif, de nombreuses relations avec le nord et l'est de la France, l'Alsace, la Suisse et l'Allemagne.

Quand on jette un coup d'œil sur la carte d'Europe, on constate que, Anvers, le Saint-Gothard et Gênes sont les points de passage du transit en dehors de la France, pour les marchandises entre la mer du Nord et la Méditerranée [1].

1. Sous le règne de Charles-Quint, la ville d'Anvers prit une extension assez considérable, qui s'accrut encore sous celui de Philippe II, la population était alors de 200,000 habitants.

Après les guerres de la Réforme, la prospérité d'Anvers décline jusqu'à la fin du siècle dernier. A cette époque, Napoléon Ier, voyant dans cette ville un emplacement capable de devenir un port de premier ordre, tant au point de vue militaire qu'au point de vue commercial, fit commencer les travaux qu'il ne put achever. Le gouvernement néerlandais ne les continua pas, mais les céda à la ville, à charge de les finir et de les entretenir. Après la révolution de 1830, eut lieu la séparation de la Hollande et de la Belgique, le gouvernement et la ville apportèrent successivement des réformes dans la construction et les installations du port.

En 1870, le gouvernement belge et la ville d'Anvers, également intéressés au développement du port, résolurent de s'imposer les sacrifices nécessaires pour faire face aux exigences toujours croissantes du commerce.

Une commission fut nommée pour étudier complètement l'ensemble des agrandissements et des modifications nécessaires à Anvers et pour maintenir cette ville à la hauteur des demandes de l'industrie maritime. Il fallait entreprendre le plus tôt possible des ouvrages de ports proprement dits, et installer un outillage perfectionné, sous peine de voir les navires, gênés dans les anciennes installations, prendre l'habitude d'aller dans d'autres pays.

La commission décida qu'il fallait d'abord régulariser les cours de l'Escaut, pour permettre aux eaux de flot et de jusant de circuler plus facilement, et rendre uniforme la vitesse des courants, pour éviter les ensablements, maintenir au fleuve sa section uniforme et à Anvers sa rade.

Il fallait encore permettre aux navires du plus grand tonnage d'accoster les quais en tout temps, pour les opérations de chargement et de déchargement.

Le 10 novembre 1870, la Commission conclut qu'on devait régulariser le cours du fleuve, en lui donnant une largeur uniforme de 350 mètres devant la ville, en traçant une courbe affectant la forme générale de la rive droite, ligne composée de trois arcs de cercle tracés avec différents rayons, se raccordant tangentiellement.

Partant du musoir sud de l'écluse de Kattendyk, cette courbe passe derrière le Werf en l'enlevant, supprimant ainsi un étranglement qui gêne les courants de marée, car à cet endroit la largeur du fleuve n'est que de 270 mètres et les profondeurs atteignent 15 mètres, tandis qu'en amont, à Burght, le fleuve a 400 mètres, 600 mètres au droit de l'ancienne citadelle du sud, 335 mètres en face la batterie Saint-Michel et 360 mètres à l'entrée de l'écluse de Kattendyk. Ces différences de largeur entraînent nécessairement des différences de profondeur.

La courbe près le Werf, passe tangentiellement au bastion Saint-Michel, s'avance à plus de 100 mètres dans le fleuve au droit de l'ancienne citadelle du sud et vient se raccorder à l'ancienne rive un peu en amont des nouvelles fortifications.

Les espérances fondées sur ce tracé commencent à se réaliser par suite de l'exécution d'une partie des travaux.

Ce plan d'ensemble fut approuvé par arrêté royal du 5 mai 1871.

Les projets de ces nouvelles installations maritimes sur la rive droite de l'Escaut comportaient :

1° Un mur de quai de 3,500 mètres environ de longueur, avec 8 mètres au moins de tirant d'eau à marée basse sur toute son étendue, depuis l'écluse du bassin de Kattendyk, jusqu'à l'extrémité des terrains de la citadelle du sud. L'installation dans ce mur de trois embarcadères flottants, permet l'accostage aux navires, à toute heure de marée.

2° Un bassin de batelage de près de quatre hectares de superficie et ayant 1,800 mètres de murs de quai au pourtour, avec une largeur de 30 mètres de terre-plein jusqu'aux façades des maisons.

3° Une écluse à sas de 13 mètres de largeur, donnant accès de l'Escaut au bassin de batelage, avec un chenal d'entrée permettant l'attente en dehors du courant et favorisant ainsi les opérations d'entrée et de sortie.

4° Une digue de raccordement, continuant à l'amont du quai, la nouvelle rive de l'Escaut.

5° Le remblai des emprises de l'Escaut et des petits canaux latéraux, ainsi que l'enlèvement du Werf.

Le concours pour l'adjudication des travaux fut restreint à un certain nombre d'entrepreneurs qui furent admis à présenter des projets avec estimation.

L'adjudication comprenait tous les travaux sur l'Escaut, proposés par la Commission de 1870 ; les soumissionnaires devaient indiquer le système de construction qu'ils se proposeraient de suivre pour l'exécution des travaux, ainsi que la nature et la provenance des matériaux à mettre en œuvre.

Dans un premier concours, sur les bases d'une entreprises *à forfait absolu*, les entrepreneurs devaient soumissionner suivant deux tracés que la commission avait admis comme possibles; celui qu'on exécute actuellement, et un autre qui entrait plus avant dans le fleuve, afin de diminuer les dépenses d'expropriation, mais nécessitant plus de remblai.

Sur ces bases, le gouvernement reçut, le 31 mars 1876, des offres variant entre 40 et 70 millions de francs dont voici le résultat.

SOUMISSIONNAIRES.	1er TRACÉ.	2e TRACÉ.	PROJETS.	PRIX DU DRAGAGE au m³.
	fr.	fr.		fr.
Société des Batignolles, à Paris.....	44.300.000 51.900.000	55.200.000 64.000.000	Mur à arcades. Mur continu.	2.80
Dollot, Dechaux et Robert.	57.193.000	69.730.000	Mur continu.	1.90
Klein et Cie (Autriche)...	45.831.000	50.611.000	1er projet....	1.16
	45.479.000	50.325.000	2e projet....	1.18
	52.656.000	55.909.000	3e projet....	1.88
	46.334.000	49.641.000	4e projet. ..	1.88
Th. Leysen et Cie (Belgique)	47.735.000	51.485.000	»	0.75
Watel et Cie (Paris).....	41.362.500	»	»	3.30

M. Watel déclara s'être trompé dans ses calculs et demanda à retirer sa soumission.

Ces offres, dont les écarts provenaient surtout de la façon d'apprécier la profondeur à laquelle devaient être descendues les fondations, ne répondaient pas aux vues du gouvernement qui résolut d'avoir recours à une nouvelle adjudication.

On modifia les bases du marché par l'introduction d'une clause additionnelle, écartant ce que la fondation pouvait avoir d'aléatoire, en réglant à l'avance les différences à payer pour le cas d'augmentation ou de diminution possible dans la profondeur de ces fondations.

Le tracé le plus rapproché de la ville fut admis comme définitif et les entrepreneurs pouvaient soumissionner l'exécution à *forfait absolu* ou à *forfait relatif*.

On devait encore indiquer un prix pour remblai derrière le mur avec ou sans briquaillons.

Le résultat de cette seconde adjudication, du 22 janvier 1877, fut le suivant :

SOUMISSIONNAIRES.	1re HYPOTHÈSE FORFAIT ABSOLU.		2e HYPOTHÈSE FORFAIT RELATIF.		PROJETS.
	Sans briquaillons.	Avec briquaillons.	Sans briquaillons.	Avec briquaillons.	
Société des Batignolles, à Paris.	41.251.000	43.800.000	39.485.000	42.600.000	Mur à arcades.
	48.460.000	52.700.000	45.530.000	45.725.000	Mur continu sur caissons.
Dollot, Dechaux, Robert et Cie de Fives-Lille.	41.800.000	43.900.000	40.000.000	42.100.000	Mur continu sans caissons.
Couvreux et Hersent.	»	»	38.275.125	39.153.325	Mur continu sur caissons.

Le gouvernement préférant se charger de ce qu'il pouvait y avoir d'aléatoire dans la profondeur des fondations, accepta la soumission de MM. Couvreux et Hersent, comme la plus avantageuse pour l'État.

Les faits ont donné raison à la combinaison du forfait relatif, car, si l'on compare le prix que coûteront les travaux, y compris ceux supplémentaires, que l'on peut évaluer avec sécurité dès maintenant, comme devant coûter au plus deux millions, on est convaincu que sans courir un danger d'erreur, l'entreprise a pu s'engager et l'État aussi, sans qu'aucune cause de discorde puisse survenir.

Ce procédé d'adjudication avec concours, d'ailleurs en usage aussi dans les Compagnies de chemin de fer français, pour les ouvrages spéciaux, offre le double avantage, du prix le plus bas joint à des conditions d'exécution aussi bonnes que possible, qui sont toujours le résultat des dernières expériences et l'application des derniers progrès.

Le mur de quai continu de l'Escaut doit être construit tout en briques de Boom, avec un revêtement en moellon piqué, depuis un mètre au-dessous des basses marées jusqu'au couronnement, formé par une tablette en pierre de taille de Soignies, dite petit granit.

Il a au-dessus de la fondation 7 mètres de largeur, la face vers l'Escaut a un fruit de 1/10 sur 5^{m} 85 de hauteur et le reste de la hauteur n'a que 1/20 de fruit.

Le dessus de la fondation est à 8 mètres au-dessous de la basse mer et le couronnement à 6^{m},35 au-dessus de cette cote ; la hauteur totale est ainsi de 14^{m},35 et le fruit de 1^{m},01.

Le parement arrière est vertical jusqu'au niveau de la marée basse ; au-dessus de ce niveau on avait d'abord adopté une série de voûtes, en plein cintre, accolées les uns aux autres, avec des pieds-droits de $1^m,50$ d'épaisseur et de 4 mètres de profondeur, ce qui laissait à l'avant de ces voûtes une épaisseur de plus de 2 mètres de maçonnerie. L'entraxe des pieds-droits avait 6 mètres, l'épaisseur des voûtes était réglée à 1 mètre et le sommet de l'extrados se serait trouvé à $0^m,35$ au-dessous de la partie supérieure du quai.

On a préféré exécuter un profil avec retraites ordinaires à redans de chacun 2 mètres de hauteur ; cette disposition a paru plus commode d'exécution à cause du mouvement des eaux et elle n'est pas sensiblement inférieure, comme résistance, au projet primitif.

La fondation de ces murs a uniformément 9 mètres de largeur, comme les caissons qui servent à l'exécution.

La profondeur à laquelle on descend cette fondation varie de $2^m,50$ à 5 mètres au-dessous du sol ; ces différences sont déterminées par la nature du fond et sont généralement indiquées d'avance par des sondages, ce qui permet de faire d'avance des caissons de diverses hauteurs, suivant l'enfoncement qu'il faut leur donner.

La maçonnerie du mur est posée $1^m,50$ en retraite sur la base du côté de l'Escaut et $0^m,50$ du côté des terres.

Ce mur fondé à $10^m,50$ au-dessous de marée basse comporte au mètre courant un cube de maçonnerie de $97^{m3},25$, son épaisseur moyenne est égale à $0^m,43$ de la hauteur, la base sur le sol étant de 9 mètres, il en résulte une pression sur le sol de $1^k,940$ par centimètre carré.

Enfin, son prix est de 7,700 francs par mètre courant, ce qui donne pour un mètre cube de maçonnerie le prix moyen de 79 fr. 17.

Dans la longueur du quai on doit faire trois enclaves rectangulaires pour loger des pontons flottants, construits en tôle et destinés à permettre l'accostage des navires à toute heure de la marée.

Les murs de ces retraites rectangulaires ont la même section que les autres murs de quai.

On admet que les murs de quai résisteront bien à la poussée des terres avec le jeu des marées, avec une surcharge de 6,000 kilogrammes par mètre carré de surface de quai.

Pour construire ces murs, qui doivent être faits en grande partie dans le fleuve et jusqu'à 100 mètres de la rive, dans des profondeurs d'eau variant de 8 à 12 mètres à marée basse et de 14 à 18 mètres

marée haute, dans un courant dont la vitesse atteint jusqu'à 1m,90 par seconde et avec des marées dont les oscillations vont jusqu'à 6 mètres, il fallait un mode de fondation spécial et un outillage nouveau.

On emploie, comme MM. Castor et Hersent l'avaient déjà fait, aux quais de Bone et de Brest, des caissons à l'air comprimé.

La longueur du quai est divisée en tronçons de 25 mètres à poser l'un au bout de l'autre, lesquels sont construits sur des caissons métalliques, qui servent à faire la fouille du sol et conduire la maçonnerie à la place qu'elle doit occuper.

La construction d'un tronçon de mur de 25 mètres de long comporte, en dehors de la maçonnerie qui est la chose définitive, l'emploi de trois appareils provisoires.

1° Le caisson qui reste au fond de l'eau sous la maçonnerie ;

2° Le batardeau mobile
3° L'échafaudage flottant } qui sont des outils.

Le caisson a 25 mètres de longueur, 9 mètres de largeur et une hauteur variant de 2m,60 à 6 mètres, suivant la profondeur qu'il doit atteindre.

La partie inférieure qui constitue la chambre de travail, pour le déblai à faire au fond du fleuve, a 1m,90 de hauteur ; le plafond est formé d'une tôle de 6 m/m, sur laquelle sont assemblées des poutres transversales espacées de mètre en mètre ; au-dessous, il y a des consoles qui servent à fixer les parois verticales ; cinq ouvertures donnent passage à autant de cheminées verticales, dont une grande au centre, pour l'écluse à air, servant d'accès pour les ouvriers dans la chambre de travail, et quatre autres pour l'introduction, par éclusées, du béton qui doit remplir finalement cette chambre.

La construction des caissons est faite sur des chantiers au nord de l'Escaut ; on les immerge en les faisant glisser sur un plan incliné, à marée basse, et le flot permet de les conduire jusqu'à destination près de la place qu'ils doivent occuper.

La partie supérieure est munie d'une cornière percée très exactement comme le bas du batardeau.

Le batardeau mobile destiné à surmonter les caissons pour permettre la construction de la maçonnerie au-dessus du plafond, est tout en fer, il a en plan les mêmes dimensions que le caisson de fondation, de manière à pouvoir s'adapter exactement dessus.

Sa hauteur est de 14 mètres, et il pèse environ 160 tonnes. L'épaisseur de ses parois est de 0m,50, ce qui lui donne pour dimensions intérieures 24 mètres de long sur 8 mètres de large.

Cette épaisseur de 0m,50 est occupée, à la partie inférieure, par une galerie de 1m,50 de hauteur qui règne sur tout le pourtour et qui sert pour boulonner et déboulonner, cette chambre d'assemblage est complètement étanche, de manière à permettre l'emploi de l'air comprimé, sa base est percée de trous, correspondant à ceux de la cornière supérieure du caisson.

Quatre cheminées surmontées de sas à air, permettent aux ouvriers de descendre dans cette galerie.

Du dessus du plafond de ladite chambre d'assemblage partent vingt-six grandes poutres verticales, qui forment, avec les cheminées, l'ossature du batardeau, destinée à donner de la rigidité à la tôle et de la résistance contre la pression de l'eau.

Entre ces poutres se trouvent des cadres horizontaux à 0m,50 les uns des autres. Tout cet ensemble maintient la tôle qui a des épaisseurs variant, suivant la hauteur où elle se trouve, de 6 à 12 millimètres.

Cette caisse sans fond est rendue rigide à la partie supérieure par 12 grandes poutres parallèles aux petits côtés et entretoisées entre elles. A la partie inférieure, c'est le caisson, sur lequel elle est boulonnée, qui lui sert de contreventement.

Le batardeau avec les divers accessoires qui y sont accrochés, les écluses à air, pour les hommes, pour le béton, etc..., pèse environ 200 tonnes et est supporté par un échafaudage flottant.

Cet échafaudage est porté par deux bateaux ou flotteurs, de 26 mètres de longueur et 5 mètres de largeur, espacés l'un de l'autre de 10 mètres et supportants six fermes de 12 mètres de hauteur qui les rendent solidaires l'un de l'autre; les deux fermes extrêmes sont entretoisées sur toute la hauteur, de sorte qu'on a une cage métallique dans laquelle se trouve le batardeau qu'on peut lever et transporter.

Le levage et la descente du batardeau s'opèrent au moyen de douze palans à cinq brins chacun, dont l'attache supérieure se trouve au bout de chaque ferme et de chaque côté; les attaches du batardeau sont placées en regard de celles de l'échafaudage.

Les 12 palans sont actionnés par autant de treuils à noix montés sur une transmission qui entraîne avec exactitude les chaînes calibrées. Une machine à vapeur communique un mouvement identique à tous les

treuils, de sorte que le poids de 200 tonnes du batardeau, peut être soulevé de 10 à 12 mètres en une heure sans difficulté. Chaque palan lève 16 à 17 tonnes, ce qui n'est pas excessif.

Pour compenser les petites inégalités des chaînes on a cru nécessaire d'ajouter, à l'extrémité supérieure de chaque palan, un ressort à 5 disques en caoutchouc, lequel régularise complètement la charge à porter par chaque palan.

Sur les pontons de l'échafaudage flottant se trouvent toutes les machines et engins accessoires. D'un côté, la machine à vapeur des treuils, de la force de vingt-cinq chevaux, mettant aussi en mouvement deux machines soufflantes, qui peuvent fournir chacune 300 mètres cubes d'air à l'heure; deux grues pour l'élévation des matériaux et leur introduction dans le batardeau.

De l'autre côté, une machine semblable met en mouvement les broyeurs à mortier et les grues qui les desservent; il s'y trouve en outre la pompe aspirante et refoulante servant à distribuer l'eau aux éjecteurs pour l'expulsion des déblais de la chambre de travail; de cette façon, tous les ouvrages demandant de la force sont exécutés mécaniquement et rendent plus facile et moins long tout le reste de la besogne.

Pour construire un tronçon de mur de quai, on amène l'échafaudage flottant supportant le batardeau, à la place que doit occuper le mur; il est solidement maintenu par 12 treuils sur lesquels s'enroulent 12 chaînes de 25 millimètres, attachées à un nombre égal d'ancres de 500 kilogrammes chacune.

Le dessous du batardeau est à $0^{m},70$ environ au-dessus du niveau de l'eau, on remorque le caisson, depuis le chantier de construction jusqu'auprès de l'échafaudage et on l'introduit sous le batardeau pendant l'étale de marée basse ou de marée haute. On pose un caoutchouc sur le caisson pour faire le joint et on met les trous en face les uns des autres, puis on introduit de l'air comprimé dans la chambre de travail pour mettre le caisson et le batardeau en contact; on peut alors placer et serrer les 360 boulons qui établissent le joint.

Le serrage a lieu dans la galerie d'assemblage qui sert surtout pour le démontage; l'écrou est placé dans le caisson et reste dans la maçonnerie après le déboulonnage, tandis que le boulon peut servir à nouveau.

Après cette opération préalable on pose le béton sur le plafond jus-

qu'au niveau supérieur des poutres et on commence la construction en maçonnerie, en ayant soin d'élever davantage les extrémités pour appuyer les tôles, on pose des étais transversaux, qui soutiennent les parois longitudinales et qui sont remontés au fur et à mesure de l'avancement des maçonneries, afin de ne pas fatiguer le métal.

Afin de compenser la différence de charge qui résulte du retrait du mur par rapport au parement extérieur du caisson, on remplit l'intervalle qui existe entre la maçonnerie et le batardeau, avec du sable, ce qui rétablit l'équilibre et ramène tout l'appareil dans la position verticale.

Les maçonneries sont continuées ainsi dans cet appareil flottant jusqu'à ce que le caisson touche terre à marée basse.

Au moyen de treuils et de chaînes fixées aux ancres on met alors le tronçon de quai en ligne et à sa place, en se servant quelquefois de l'air comprimé pour le soulager. On vérifie la position au moyen d'instruments placés à terre; après quoi on lâche la pression et on laisse entrer l'eau dans le batardeau à marée basse, de façon que le volume de 1,500 mètres cubes environ ne sorte plus de l'endroit qu'il doit occuper.

Quelquefois les caissons prennent des positions plus ou moins inclinées, par suite des remous de courants de fond, qui produisent des tas de sable ; on profite alors de la première marée basse qui se présente pour descendre dans la chambre de travail, au moyen de l'air comprimé, régler au plus vite le terrain, et on continue jusqu'à ce que le caisson soit suffisamment chargé, pour ne plus se relever à marée haute, quand on introduit de nouveau l'air comprimé sous le plafond, pour faire le déblai du sable et opérer le nettoyage.

Le procédé employé consiste à délayer les déblais dans une caisse rectangulaire, d'une contenance de 150 litres environ, avec de l'eau envoyée en pression par une pompe placée extérieurement.

Les hommes jettent avec la pelle, le déblai dans cette caisse, le courant d'eau qui arrive le délaie, et l'évacuation est réglée par l'ouverture d'un robinet placé à l'extrémité du tuyau d'extraction, de 10 centimètres de diamètre, qui traverse la muraille du caisson et qui conduit dehors le déblai délayé, à l'état presque liquide, en un point situé à 1 mètre environ au-dessus du sol.

Un petit excès de pression dans la chambre de travail suffit pour déterminer l'entraînement.

Quand le caisson est arrivé sur le sol résistant et reconnu bon pour la fondation, on procède alors au remplissage de la chambre de travail, par l'introduction du béton, qui s'effectue au moyen de 4 cheminées spéciales à écluses.

On forme des couches successives de béton en commençant par le pourtour et en finissant par la cheminée centrale, en ayant soin de le pilonner et de le pousser sous le plafond pour ne laisser aucun vide. On ferme successivement les cheminées jusqu'à celle du milieu, par laquelle on termine, puis on déboulonne toutes les cheminées, pour pouvoir les enlever avec le batardeau ; le joint étant à emboitement et leur point d'attache placé sur le batardeau, elles s'enlèvent avec celui-ci, sans autre travail préparatoire que le déboulonnage.

Quand la maçonnerie est terminée dessous et dessus jusqu'au niveau de basse mer et un peu au-dessus, on enlève le batardeau pour une autre opération, le reste des maçonneries est fait à l'air libre à basse marée.

Pour le démontage du batardeau, on envoie de l'air comprimé dans la galerie d'assemblage à la partie inférieure ; quatre hommes descendent alors dans les galeries et opèrent le déboulonnage en 6 heures ; les palans sont amarrés au batardeau, on procède à l'enlèvement et, à marée haute, le batardeau peut passer par-dessus la construction restée sur le sol, et se trouve tout préparé pour prendre un nouveau caisson.

Les premiers tronçons de mur ont été construits en 40 et 35 jours, maintenant le travail se fait assez régulièrement en 25 jours, ce qui fait qu'un mètre courant de quai est fondé par jour et par chacun des appareils qui sont au nombre de trois.

Après l'enlèvement du batardeau mobile et de l'échafaudage, on doit remplir l'espace qu'occupaient les cheminées et former le joint entre deux tronçons successifs.

Pour la partie inférieure il n'y a rien à faire, car les caissons sont presque juxtaposés, mais pour la partie médiane, il y a un intervalle d'un mètre environ, dû à la place qu'occupaient les batardeaux. On place deux panneaux en bois dans des rainures ménagées dans la maçonnerie : on charge ces panneaux avec des pierres pour les empêcher de se relever et on remplit l'intervalle en y coulant du béton à l'aide de caisses s'ouvrant par le fond.

Des rainures verticales, au nombre de trois, sont construites pour

assurer la solidarité du béton avec les murs, en interrompant la partie droite des maçonneries.

Les évidements laissés par les cheminées sont remplis de la même façon. Le mur est ensuite élevé en pierres et en briques sans solution de continuité, avec sujétion de marée pour la partie inférieure.

Derrière le mur ainsi construit il faut mettre du remblai pour former le terre-plein des quais. Avant de procéder à cette opération, on pose au pied du mur du côté de terre, et particulièrement au droit des joints, un remblai spécial de terre de schorre (argile d'alluvion). Cette terre se tasse peu à peu et forme une masse compacte qui empêche les mouvements de l'eau en filtration de l'avant à l'arrière du mur de quai.

Cette précaution spéciale est surtout nécessaire dans les terrains de sable ou de vase presque mobile, elle a une grande importance, et s'emploie généralement en Hollande et en Belgique.

Le mur de quai fondé est à 100 mètres environ de la rive actuelle; on a remblayé l'espace qui le sépare de la rive ancienne par des remblais de sable, provenant d'emprunts, ou de dragages dans le lit du fleuve.

La face vers le fleuve est revêtue de poteaux de garde en bois, pour permettre l'accostage des navires ; d'échelles et de crochets à canots, pour qu'à toute heure de la marée, il soit accessible aux embarcations les plus petites comme les plus grandes ; sur le quai il y a des canons d'amarre, espacés de vingt en vingt mètres.

Le bassin de batelage est creusé dans le terre-plein de la citadelle du sud, à 2 mètres au-dessous du niveau de la marée basse, et le couronnement des murs de quai est élevé à $6^{m},35$, au-dessus de ce même niveau.

Il est divisé en trois parties : celle du milieu a $266^{m},50$ de longueur sur 65 mètres de largeur ; les deux autres ont respectivement 246 mètres et 225 mètres de longueur sur 50 mètres de largeur ; soit 40,897 mètres de superficie totale.

Les passes de communication de l'une à l'autre ont 20 mètres de longueur sur 10 mètres de largeur ; un pont tournant est établi sur chacune de ces passes, pour faciliter la communication entre les deux côtés des bassins.

La construction des murs de quai de ce bassin diffère complètement de celle des murs de l'Escaut ; la profondeur des fondations est beaucoup moins grande.

Ces murs reposent au niveau du fond des bassins, sur une couche de béton de 1 mètre d'épaisseur et 5 mètres de largeur, encaissée entre deux files de pieux et palplanches; le parement a un fruit total de $1^{m},10$ et la face arrière est formée de quatre redans de 2 mètres de hauteur et $0^{m},50$ de largeur.

La hauteur est de $8^{m},35$, y compris le couronnement en pierre de taille de Soignies; sur $3^{m},50$ de hauteur, le parement est en moellons piqués, le reste est en briques.

Le volume du mur est d'environ 24^{m3} par mètre courant, ce qui donne une pression sur le sol, de $0^{k},864$ par centimètre carré.

Pour construire ces murs, on a creusé la fouille en épuisant les eaux au moyen de deux pompes centrifuges débitant chacune 360 mètres cubes à l'heure.

Le battage des pieux et palplanches s'est d'abord effectué au moyen d'une sonnette à vapeur, montée sur des chariots qu'on faisait avancer au fur et à mesure de la marche du travail, en aidant le battage par une injection d'eau.

C'est en se servant de ce procédé, pour faciliter la descente des pieux, qu'on est arrivé à le substituer complètement au battage.

Le sol étant exclusivement composé de sable fin, très résistant quand il est sec, mais facilement délayable, on creuse un trou d'environ 2 mètres de profondeur, au moyen d'une lance analogue à celle d'une pompe à incendie (un réservoir alimenté par les pompes d'épuisement fournit l'eau nécessaire à cette opération), quand le trou a atteint cette profondeur de 2 mètres, on met le pieu en place, à côté de la lance, on le voit alors s'enfoncer rapidement sous une faible pression, jusqu'à sa position définitive, on retire la lance, le sable se referme autour du pieu qui est aussi solide que ceux enfoncés par la sonnette à vapeur.

L'enfoncement des palplanches se fait de la même manière.

Cette méthode donne un travail très régulier et on obtient encore l'avantage de ne pas écraser les bois par le choc.

L'écluse de communication entre le bassin de batelage et l'Escaut est composée de trois parties différentes.

1° La chambre des portes d'amont, avec son seuil à $0^{m},30$ au-dessus du fond du bassin, sert de support et d'appui à deux paires de portes

de retenue; elle a une largeur libre de 13 mètres; sur les bajoyers est installé un pont tournant pour voitures et voies ferrées.

Cette construction a été faite à l'abri du même batardeau qui a servi pour le bassin de batelage, elle repose sur une couche de béton de $2^m,50$ d'épaisseur, encaissée entre quatre files de pieux et palplanches.

Le radier a une épaisseur de $2^m,80$, ce qui lui permettrait d'équilibrer par son propre poids, la sous-pression qu'exercerait l'eau du bassin si l'écluse était vide.

2° Le sas de l'écluse de 75 mètres de longueur sur 25 mètres de largeur, a un radier général en béton de 1 mètre d'épaisseur, pour éviter le déplacement du sable au fond; ses murs de quai sont semblables à ceux du bassin, sauf le parement qui est en pierre de taille sur toute sa hauteur.

3° La chambre des portes d'aval contient deux paires de portes, son radier est, comme celui de l'autre chambre, à 2 mètres au-dessous de la marée basse et ses bajoyers portent un pont semblable.

Mais cet ouvrage étant à construire dans le fleuve, a été exécuté dans un caisson métallique; ce caisson a 920 mètres carrés de surface (40 mètres de long et 23 de large), la partie supérieure de 11 mètres de hauteur est une caisse unique, destinée à contenir toute la maçonnerie de l'écluse; il a été construit et foncé d'après les mêmes principes que les grands caissons des bassins de radoub du port de Toulon[1].

L'ouvrage a été construit complètement dans le fleuve, à l'abri du caisson métallique, et a servi de point de jonction pour les remblais amenés de chaque côté, qui ont formé ainsi, sans aucuns frais spéciaux, le grand batardeau qui a isolé le reste de l'écluse et le bassin de batelage de l'Escaut.

Pour mettre l'écluse et les bassins en communication avec l'Escaut, il a suffi d'enlever la paroi en tôle de la face du caisson vers l'Escaut, qui était spécialement préparée pour cette opération.

En amont des quais construits dans le fleuve en face de la citadelle

1. Les bassins de radoub de Toulon sont construits chacun dans un caisson de 144 mètres de longueur et 41 mètres de largeur sur une hauteur de 19 mètres. (MM. Hersent et Langlois, entrepreneurs.)

du sud, il a été nécessaire de faire une digue de raccordement pour diriger le mouvement des eaux jusqu'en amont des fortifications.

Cette digue est fondée, pour quelques parties sur des plates-formes en fascines, son talus vers le fleuve a une inclinaison de 1 1/2 de base pour 1 de hauteur, et est revêtu d'un perré maçonné à sec; sa largeur en couronne est de 4 mètres.

Depuis sa construction, un terre-plein est déjà exécuté en arrière.

Le fait de sa bonne tenue dans l'Escaut paraît important.

Pendant qu'une entreprise spéciale exécute ces travaux au sud de la ville d'Anvers, le gouvernement fait agrandir le bassin de Kattendyk, et ajoute de nouvelles cales sèches à côté des anciennes.

La machine d'épuisement établie pour les anciennes installations, ayant été jugée suffisante pour le service de toutes les cales, on résolut de faire un conduit souterrain pour établir la communication, entre les nouvelles cales et le puits d'extraction de la machine.

Il fallait pour cela traverser des couches de sable à $8^{m},50$ en contre-bas du niveau des eaux du bassin, ce qui parut à l'ingénieur de la ville, M. Le Royers, pouvoir être fait au moyen de l'air comprimé.

MM. Couvreux et Hersent, ont étudié ce travail et ont présenté une offre pour l'exécution en cinq mois, moyennant une somme de 75,000 francs.

La galerie de jonction aboutit au puits actuel des machines d'épuisement, et on a dû faire, entre ce point et les nouveaux bassins, un puits intermédiaire assez éloigné des constructions pour servir de point de départ à la galerie à construire au moyen de l'air comprimé, et dans lequel il sera possible d'amener les eaux des nouveaux bassins par une conduite pouvant être construite dans une tranchée épuisée à l'air libre.

Ce puits, qui a $3^{m},70$ de diamètre extérieur et $2^{m},50$ intérieur, a été descendu mi-partie à l'air libre, mi-partie à l'air comprimé jusqu'à $12^{m},25$ de profondeur, après quoi le fond a été fermé par un radier en maçonnerie.

La partie supérieure du puits a été recouverte d'un plateau métallique fermant exactement et a été surmontée d'une écluse à air, disposée pour l'extraction des déblais et pour l'introduction des pièces de fonte destinées à la construction de la galerie.

Pour le fonçage du puits on a traversé les couches suivantes :

1° Sur 3m,50 d'épaisseur, terrains divers rapportés secs ;
2° — 2m,50 — terres végétales et tourbes mouillées ;
3° — 2m,75 — sable argileux verdâtre, coquilleux, très mouillé ;
4° — 3m,50 — sable très fin, verdâtre, boulant.

L'orifice pour le départ de la galerie avait été préparé d'avance dans l'enveloppe en tôle du puits, on n'a eu qu'à déboulonner un plateau métallique, pour commencer le travail de la galerie.

La galerie est construite en fonte par anneaux de 0m,50 de longueur; elle mesure en dedans des nervures 1m,50 de hauteur et 1m,20 de largeur, et extérieurement 1m,75 de hauteur et 1m,50 de largeur, chaque anneau est composé de quatre pièces de fonte à nervures pour être boulonnées ensemble et aux parties adjacentes, les joints sont faits avec de la corde goudronnée comprimée dans les joints par le serrage.

Le déblai de l'avancement a été fait jusqu'à permettre de poser un anneau métallique, en soutenant l'eau et la terre au moyen de l'air comprimé, et en prenant la précaution que la tension de l'air ne dépasse pas ce qui était rigoureusement utile, afin de ne pas créer des fuites à la partie supérieure, cette tension de l'air a toujours été égale à la différence de niveau entre le dessus de la galerie et le niveau de l'eau dans le bassin à flot du Kattendyk, qui est tout près. La partie inférieure du front de la galerie a toujours donné un peu d'eau, qui est sortie avec le déblai. Sitôt un anneau mis en place et boulonné, on le garnissait soigneusement de sable tout autour et, par précaution, on mettait un peu d'argile à la partie supérieure pour mieux fermer les petits orifices par lesquels l'air comprimé aurait pu s'échapper.

Le déblai a été amené dans le puits au moyen d'une petite voie établie dans la galerie, laquelle permettait aussi d'amener les morceaux de fonte à l'avancement; une seule écluse à air a suffi pour toutes les évacuations du déblai et l'introduction des pièces de fonte.

La galerie est droite sur 50 mètres de longueur, puis une courbe et un petit bout droit l'amènent au puits des pompes. On a vérifié la direction en enfonçant dans le sol, au moyen d'une injection d'eau com-

primée, des petits tubes en fer qui formaient ainsi des jalons dans la galerie.

Après le démontage du plateau supérieur du puits, la galerie a été bien étanche et on a constaté que le travail avait été bien exécuté, c'est probablement la première galerie exécutée au moyen de l'air comprimé.

PORT DE TOULON.

Le port de Toulon, comme presque tous les autres ports militaires, est composé de bassins ajoutés successivement les uns aux autres pour subvenir aux besoins toujours croissants du service maritime et de la navigation. Il possède six bassins de radoub dont le plus ancien date de 1774, c'est le bassin Groignard. En 1827 on construisit, dans le bassin Vauban, deux nouvelles formes qui devinrent bientôt insuffisantes, et, en 1841, on dut commencer l'exécution des trois nouveaux bassins de radoub de Castigneau.

Cet ensemble important de moyens de visite et de réparation des vaisseaux avait suffi jusqu'à présent, d'autant plus que l'un des bassins de Castigneau est double en longueur.

Les modifications successives du matériel naval ont motivé la construction de bassins plus grands encore que ceux de Castigneau devenus trop étroits pour les nouveaux vaisseaux, comme le *Foudroyant*, en construction à Toulon, et le *Redoutable*, sorti des chantiers de Lorient. La construction de bassins dans la darse de Missiessy, décidée en 1876, a pour but de satisfaire à ces nouveaux besoins et de permettre la réparation des cuirassés de premier ordre.

Le sol du port de Toulon est composé à la partie supérieure d'alluvions plus ou moins anciennes jusqu'à une profondeur de 10 à 12 mètres. A cette profondeur on rencontre un terrain très résistant connu à Toulon sous le nom de safre. C'est un composé de cailloux calcaires et de sable agglutinés avec de l'argile, entrecoupé par quelques bancs de poudinguées qui sont des conglomérats calcaires formant un béton naturel et déposés en couches horizontales d'épaisseur variable et irrégulièrement réparties.

La darse de Missiessy désignée pour l'emplacement des deux bassins de radoub à construire, a été creusée en 1860 jusqu'à 8 mètres de profondeur sous marée basse et déjà de plusieurs mètres dans le safre. Celui-ci à raison de sa porosité est le réservoir naturel des eaux qui descendent des montagnes environnantes, de sorte que tous les puits des environs de Toulon, ceux même de l'arsenal à quelques mètres de la mer, fournissent de l'eau douce en quantité considérable. Ce fait a empêché la construction des nouveaux bassins par épuisement, et comme, d'un autre côté, la construction des bassins de Castigneau avait laissé le souvenir des difficultés de travail d'immersion de béton en quantité considérable, l'attention de MM. les Ingénieurs de la Marine, se porta sur le mode d'exécution de ces grands ouvrages en employant d'autres moyens.

On se demanda s'il ne serait pas possible de construire la partie la plus importante des bassins, c'est-à-dire l'écluse, dans un caisson métallique.

Ce mode de construction présentait toute la sécurité désirable au point de vue de la bonne exécution de la maçonnerie faite pour la plus grande partie à l'air libre, seulement on pouvait craindre des difficultés pour obtenir une soudure exacte et satisfaisante entre la partie d'avant, fondée à l'air comprimé dans un caisson, et la partie du bassin construite avec les moyens ordinaires.

Le défaut d'expérience sur une question si délicate fit penser qu'il serait peut-être aussi facile de construire tout le bassin de radoub dans un seul caisson, suffisamment grand. L'examen attentif de cette hypothèse a été l'origine du projet soumis à l'appréciation de MM. les Ingénieurs des travaux hydrauliques du port de Toulon [1].

Le dragage préalable de la fouille fut arrêté en principe, il n'y avait donc pas à se préoccuper du fonçage du caisson dans le sol, et on examina les deux dispositions suivantes :

1° Construction de la totalité du bassin de radoub dans un grand caisson en tôle à fond rigide et plat, permettant de faire l'immersion à mesure que s'exécuterait la maçonnerie du bassin. Ce caisson reposerait d'une manière uniforme sur toute la surface de la fouille

1. MM. Kolb, Le Gros, Pasquier-Vauvilliers et Raoulx, inspecteurs généraux des ponts et chaussées; ce dernier, directeur des travaux hydrauliques à Toulon; M. de Mazas, ingénieur des ponts et chaussées, sous-directeur.

préalablement exécutée à la drague et dont le fond serait dressé avec le plus grand soin.

2° Construction de ce même bassin dans un caisson semblable, avec l'addition, à la partie inférieure, de chambres de travail permettant de visiter le fond au moyen de l'air comprimé, de le nettoyer des vases que le dragage aurait pu y laisser et de faire disparaître les irrégularités possibles à une pareille profondeur; on aurait en outre la facilité de s'assurer que le fond reposerait exactement sur un sol aussi propre et aussi bien nivelé que possible.

Après un premier examen, on écarta la première disposition et la seconde prévalut comme réunissant à l'avantage de construire les maçonneries du bassin à sec, celui non moins grand de faire reposer tout l'ensemble de cette grande construction sur un sol parfaitement uni, purgé de vases, horizontal et facile à visiter. Ce fut après que MM. les Ingénieurs de la Marine eurent étudié attentivement les moyens d'exécution proposés et après qu'ils se furent rendu compte des procédés d'exécution, que la Commission des travaux hydrauliques du Ministère de la Marine, accepta en principe que les deux bassins à construire seraient exécutés au moyen de caissons métalliques, elle autorisa la Commission des marchés à traiter de gré à gré avec M. Hersent [1]. Le marché fut signé par M. le Ministre de la Marine, le 23 novembre 1876 et l'exécution des travaux commença peu après.

L'importance de chaque bassin a été estimée à 3,750,000 francs, dont 2 millions à forfait pour les caissons et tous les ouvrages de sujétion, le reste des travaux compté sur prix de série. La première forme devait être exécutée dans un délai de quatre années et la seconde une année après.

Le travail consistait à mettre en place à 19^{m},30 de profondeur, au moyen

1. Après l'énonciation du projet de M. Hersent, sur la manière de construire les maçonneries du bassin de radoub à sec dans des caissons métalliques, M. Hersent apprit dans son premier voyage à Toulon de M. Raoulx, qu'en 1774 et années suivantes, l'ingénieur Groignard construisit au même arsenal, le premier bassin de radoub qui porte son nom, au moyen d'un immense caisson en bois à fond plat, lequel fut immergé par la charge du lest, puis on fit les maçonneries; c'est ce qui est exactement reproduit dans la première hypothèse, avec la différence de l'emploi du fer au lieu de bois.

Le travail de l'ingénieur Groignard marcha très bien, jusqu'au moment où toute la charge reposa sur le sol, et pour cette raison, la seconde hypothèse qui permet de faire disparaître les inégalités du sol, a donné toute satisfaction avant et après l'échouage.

Le bassin Groignard rend encore journellement d'excellents services à l'arsenal, mais n'est pas complètement étanche.

d'un caisson métallique, un massif de 40,000 mètres cubes de maçonnerie présentant à l'intérieur un vide suffisant pour recevoir les nouveaux bâtiments. Ce vide qui constitue la forme proprement dite devait avoir une longueur de 127 mètres, une largeur au niveau des quais de 35^{m},55 et au niveau du radier de 23^{m},80. L'écluse d'entrée devait avoir 25 mètres de largeur et le seuil devait être à 9^{m},40 au-dessous du niveau des basses mers.

La préparation de la fouille pour l'immersion du caisson et du bassin de radoub nécessita la construction d'appareils puissants pour désagréger et enlever le safre entre 10 et 19 mètres de profondeur.

Il fallut construire une drague spéciale pour l'extraction de ce terrain.

Les dimensions de la coque en fer sont :

en longueur	33 mètres
largeur	6^{m},50
creux	2^{m},60
tirant d'eau.	1^{m},10

La machine à vapeur motrice développe environ 60 chevaux de force, elle est à haute pression à détente et à condensation par surface. La chaudière alimente en même temps une machine de 6 chevaux pour la manœuvre des treuils.

L'élinde, de 25 mètres de long, peut permettre le dragage jusqu'à 19 mètres, elle est presque libre contre une traverse dans le puisard et peut être mise dans une position presque verticale, sans que pour cela les godets aient changé de position par rapport au couloir du haut, grâce à la présence d'un tourteau posé dans le puisard qui éloigne les godets d'une manière constante, quelle que soit l'inclinaison de l'élinde. Par suite de cette disposition, on peut draguer sous différentes inclinaisons sans que le déversement des godets soit modifié ; de plus la tension de la chaîne dragueuse est beaucoup allégée par son passage sur ce rouleau.

Le tambour du bas, qui sert de poulie de retour aux godets est à six pans pour tenir les godets plus longtemps en contact avec le sol et leur permettre de prendre charge.

La drague enlevait environ 500 mètres cubes de déblais par jour et

les déversait dans des bateaux de transport. Ceux-ci étaient remorqués jusqu'auprès d'un débarquement flottant.

Le débarquement flottant est une drague installée sur deux bateaux en fer servant à enlever les matières placées dans les bateaux et à les transporter au moyen d'un long couloir à 50 mètres environ de la rive.

Les deux bateaux en fer sont suffisamment écartés pour qu'un chaland de transport puisse passer dans l'espace qui les sépare pour être déchargé.

La charpente qui supporte l'élinde et les godets réunit et entretoise les deux bateaux.

Les matières élevées sont déversées dans un long couloir composé de tuyaux en acier de $0^{m},45$ de diamètre ; ces tuyaux, lisses à la partie intérieure, sont soutenus par une série de haubans partant d'une grande bigue posée sur le côté d'un des bateaux de support.

Une pompe spéciale fournit environ par heure 350^{m3} d'eau qui sert d'élément de transport aux déblais au fur et à mesure que les godets les déversent en haut.

Avec une pente de 8 à 10 centimètres par mètre et 2 volumes d'eau contre 1 volume de déblai, le transport a été fait très régulièrement; il est même résulté de ce travail que les cailloux du safre se sont lavés suffisamment pour être employés dans le béton et que le sable, après un second lavage, put être utilisé pour la fabrication du mortier des maçonneries.

Pendant qu'on creusait l'emplacement définitif du caisson, on s'occupait de sa construction et de sa mise à l'eau, ce qui fut l'objet de réflexions sérieuses ; car on pouvait craindre des déformations en construisant le caisson à terre et en le mettant à l'eau par glissement.

On s'est arrêté à l'idée de l'établir dans un bassin provisoire creusé à proximité de la darse Missiessy et de l'en faire sortir par sa propre flottaison après avoir mis ce bassin en communication avec la darse.

Après avoir creusé une excavation jusqu'à $2^{m},30$ au-dessous du niveau de haute mer sur une surface de $7,000^{m2}$ on rencontra un sol assez léger laissant passer l'eau. On dut, pour assainir la surface, faire un grand rigolage pour l'écoulement des eaux et établir une pompe débitant environ 200 mètres cubes à l'heure pour tenir la fouille à sec.

Avant le montage des poutres du caisson, on a fait un grand calage en vieilles traverses de chemin de fer posées à plat sur le sol et supportant des tasseaux réglés à hauteur pour répartir les charges sur une grande surface.

Une grue sur voie latérale permettait de prendre les fers sur les wagons et de les poser à terre, une autre grue, faisant le service du montage, les reprenait pour les mettre en place.

Le montage du premier caisson commença le 26 octobre 1877 et fut fini le 19 juillet 1878, après 287 jours de travail.

La mise à flot et la sortie du bassin présenta quelques difficultés à cause du peu de profondeur et de la hauteur qu'avait prise le calage des poutres sur le sol et le réglage des niveaux.

Après la fin du montage du caisson, on laissa l'eau du bassin s'élever au niveau de la mer pendant qu'on travaillait à réduire le terre-plein qui séparait le bout du bassin de la Darse, et avec une pompe on éleva le niveau de l'eau dans le bassin au-dessus de celui de la mer, de façon à faire flotter le caisson. Pour permettre d'enlever les tasseaux sur le pourtour du tranchant, et sous les cloisons intérieures on déplaça le caisson longitudinalement de 2 mètres environ, de sorte que les cales qui étaient restées attachées au fer purent être facilement dégagées. — On gagna ainsi une hauteur de 20 à 25 centimètres pour la sortie du caisson, mais cela ne fut pas tout à fait suffisant. Les cheminées étant fermées en dessous, on mit des robinets aux cheminées d'écluse et on organisa sur le caisson même une conduite d'air avec un compresseur et une machine. Au moment de la marée haute qui est d'environ 50 centimètres à Toulon, on introduisit sous le plafond un certain volume d'air qui souleva le caisson et lui permit de flotter pour la sortie du bassin de construction.

L'installation du halage pour la sortie du caisson a été organisée par les soins des mouvements du port; des cabestans, disposés convenablement, ont permis d'amener facilement à sa place d'immersion ce bateau d'une forme nouvelle et d'une dimension inusitée, dont nous allons indiquer le mode de construction.

Le caisson métallique pour l'exécution d'un bassin de radoub, fut construit de manière à envelopper toute la maçonnerie du bassin, et à la protéger contre le contact immédiat de l'eau, pendant toute la durée de la construction.

La longueur totale du caisson est de 144 mètres, sa largeur de 41 mètres, sauf la partie postérieure qui est à pans coupés sur une longueur de 8 mètres ; la hauteur totale est de 19 mètres.

Le caisson est divisé dans la hauteur en deux parties principales distinctes :

1° La partie inférieure du plafond, qui a pour but de former les chambres nécessaires à l'emploi de l'air comprimé pour permettre de nettoyer exactement le fond de la fouille après le dragage. La surface totale du bassin est divisée dans le sens de la longueur en dix-huit compartiments séparés les uns des autres par une cloison transversale étanche.

2° La partie supérieure du plafond qui forme une immense capacité d'une seule pièce, dans laquelle on construit à l'abri de l'eau les maçonneries du radier et des bajoyers du bassin de radoub ; et ce sont ces maçonneries mêmes qui font la charge nécessaire pour l'enfoncement.

Dans sa construction, le caisson métallique est, en outre, divisé en trois parties assez distinctes à cause de leur importance et de leurs fonctions relatives, ce sont le caisson proprement dit, les hausses et le batardeau.

Le caisson proprement dit forme toute la base de l'ouvrage, sur 7 mètres de hauteur, il contient les pièces rigides extérieures et intérieures, il forme la partie la plus importante de l'ouvrage et est construit tout d'une pièce.

Il est composé :

1° Comme éléments d'isolement de l'eau : de la muraille extérieure en tôle et d'un plafond sur toute sa surface ;

2° Comme éléments de résistance : d'une grande poutre verticale à double paroi faisant tout le pourtour ; les parois extérieures étant pleines, celle de l'intérieur est à claire-voie pour être complètement enveloppée dans la maçonnerie ;

De dix-sept poutres transversales entretoisant les poutres extérieures ;

De deux poutres intermédiaires longitudinales entretoisant les poutres transversales sur toute leur hauteur ;

De poutrelles du plafond raidissant la tôle sur toute sa surface ;

De consoles sous le plafond pour transmettre aux parois verticales les efforts de la partie supérieure, et pour assurer la position rectiligne des parois inférieures qui forment le couteau.

La disposition des murailles de la partie inférieure des poutres transversales au-dessous du plafond, forment les chambres de $1^{m},90$ de hauteur nécessaires pour l'emploi de l'air comprimé.

La poutre extérieure qui forme le cadre d'assemblage, offre une grande résistance longitudinale, tant à cause de la dimension des fers de la base, formant tranchant, qu'à cause des plates-bandes longitudinales de la partie supérieure, et de l'entretoisement des deux parois. Les poutres transversales forment la charpente intérieure du caisson, et réunissent les deux grandes parois. Les poutres longitudinales intermédiaires ont pour but principal de fortifier les poutres transversales en les réunissant au tiers de leur longueur, et d'atténuer dans une certaine mesure la charge de roulement du service des matériaux pendant la construction. Les poutrelles du plafond sont des solives dont le travail est presque nul quand elles sont enveloppées de maçonneries, leur principale fonction est de soutenir la tôle qui est l'élément de la flottaison, et de permettre la confection des maçonneries qui les enveloppent.

Les hausses sont la continuation des parois extérieures pour isoler la maçonnerie du contact immédiat de l'eau. Afin de permettre la pose de parois métalliques aussi considérables, il a été indispensable de construire au-dessus des poutres transversales de grandes consoles en fer sur toute la hauteur, lesquelles servent d'attache à de petites membrures horizontales sur lesquelles sont attachées les tôles.

Les hausses en tôle étanches sont construites sur les deux grands côtés, à l'arrière et aussi en retour à l'avant, mais de manière à laisser libre l'entrée future du bassin. Cette partie de l'avant est isolée de la mer d'une manière spéciale par un batardeau métallique.

Ce batardeau, qui est destiné à permettre l'ouverture du bassin après l'achèvement de la construction entière des maçonneries, est construit dans le genre des bateaux-portes, qui sont affectés à la fermeture des bassins eux-mêmes, avec des dispositions spéciales que nécessitent le montage et le démontage.

L'énorme charge d'eau à laquelle il est destiné à résister à la fin de l'opération et la nécessité d'un montage partiel, ont amené à le diviser

en grandes tranches dont les éléments de résistance sont les grandes poutres horizontales.

Des aiguilles verticales espacées de mètre en mètre, transmettent aux parois la part de résistance qui leur est afférente, on a ainsi utilisé à la résistance le seuil des maçonneries, et on a obtenu une construction notablement plus légère que celle des bateaux-portes ordinaires.

Le revêtement est à double paroi, pour permettre la flottaison au moment du démontage et la régularité de la charge pendant l'immersion. Sur les deux côtés et au fond, on a ménagé une galerie, pour défaire les écrous des boulons de montage, qui servent à faire l'assemblage avec les hausses du caisson.

Le montage du batardeau à double paroi a été fait par parties successives comme les hausses. La partie inférieure contenant la galerie de boulonnage, a été posée tout d'une pièce sur les consoles du caisson et boulonnée ; au-dessus, on a monté les aiguilles verticales jusqu'à la première poutre et mis le bordage en place, puis la première poutre, la deuxième partie des aiguilles, le bordage de cette deuxième poutre, la deuxième poutre et enfin le complément de la hauteur.

Le joint entre le batardeau et le caisson a été fait avec des planches de bois de peuplier grisard de $0^{m},03$ d'épaisseur, enveloppées de feutre pour permettre aux têtes de rivets et aux inégalités de surface de la paroi métallique de pénétrer dans le bois.

L'assujettissement primitif est établi par des boulons de 25 millimètres espacés de 25 en 25 centimètres, qui seront démontés de l'intérieur du batardeau.

Pour se rendre compte de la flexion des poutres du batardeau à mesure de l'enfoncement et par conséquent de l'augmentation de charge, on a tendu un fil de fer des deux extrémités et observé la flexion au milieu, le maximum a atteint 3 millimètres pour la poutre principale, qui a 26 mètres de portée, et 2 millimètres pour la poutre supérieure [1].

La partie inférieure du caisson, sur 7 mètres de hauteur, pèse 1,850 tonnes. Elle a été construite par MM. Joret et C^ie^ et M. Baudet en participation.

Les consoles des hausses ont été fournies par M. Taza-Villain d'Anzin ; le batardeau, par M. Baudet.

1. L'enlèvement du batardeau a été effectué pour le premier bassin en mai 1881.

Les hausses, le montage des consoles et du batardeau ont été faits sur place par les soins de l'Entreprise.

Le poids total des fers entrés dans la construction d'un bassin de radoub est d'environ 2,500 tonnes; mais la dernière tôle du haut et le batardeau pesant ensemble 160 tonnes seront retirés. Ces quantités donnent 430 kilog. de métal employé par mètre carré de surface, dont 400 kilog. resteront définitivement en place après l'enlèvement du batardeau.

Pendant la durée de la construction des maçonneries, le caisson a été maintenu en place au moyen de fortes chaînes, et on a posé sur ses bords trois passerelles, qui tenaient à terre et l'empêchaient de remuer sensiblement.

L'une de ces passerelles donne passage à la voie de fer, pour le service des matériaux de maçonnerie. Les deux autres avaient pour but, de s'opposer à l'oscillation qu'aurait pu causer l'action du mistral sur une si grande surface.

Pour satisfaire aux exigences de la rapidité d'exécution, on a dû installer un service régulier de machines et d'appareils, pour le transport des matériaux et la fabrication du béton et du mortier.

Sur toute la longueur du caisson et suivant l'axe, on a installé un pont provisoire en bois, qui a permis de poser deux voies de fer parallèles venant de terre. La passerelle qui établissait la communication reposait d'un côté sur le caisson, de l'autre sur une palée avec support mobile. On faisait des relevages successifs au fur et à mesure de l'enfoncement du caisson, de sorte qu'on a eu d'abord une rampe entre la terre et le bord du caisson, puis une pente pour descendre dans le caisson.

Une machine à changement de marche actionnait un treuil à gros tambour sur lequel s'enroulait un câble sans fin et flottant, permettant de tirer les wagons sur la rampe et de les retenir sur la pente.

Le béton a été fabriqué dans le caisson au moyen des boîtes à plans inclinés successifs opposés, et transporté en place avec des volets à manches, qui se chargent sur l'épaule.

Le mortier a été fait avec trois manèges à roues métalliques mues à la vapeur, et la machine motrice élevait l'eau en abondance pour l'arrosage des moellons et du caillou à béton.

Les pierres de taille ont été préparées d'avance et empilées sur le chantier avec une grue roulante.

Elles ont été reprises par le même moyen au moment de l'emploi et amenées par wagonnets sur les bajoyers du bassin de radoub. On les a reprises avec une autre grue roulante, qui a permis de les descendre juste à leur place de pose, sans aucune autre manœuvre.

Dans les calculs de résistance faits à l'avance on avait admis que les bajoyers seraient élevés successivement au niveau de l'eau et un peu au-dessus et qu'on leur donnerait la résistance nécessaire pour contrebalancer la poussée de l'eau tout au pourtour, enfin, que le reste de la surface sur le plafond serait uniformément chargée des maçonneries.

Sans faire d'appréciation exacte, on avait bien admis qu'il y aurait lieu à une recherche pour équilibrer les charges sur la longueur totale à cause des différences de forme des bouts et surtout de l'inégalité de charges qui résulte du mur circulaire au bout à pans coupés et de la présence de batardeau à l'autre extrémité.

Le caisson ayant pris à la mise à flot une toute petite flexion longitudinale vers les deux bouts, on s'est proposé pour problème de ne pas déranger son équilibre en construisant la maçonnerie et de répartir les charges d'une façon uniforme sur toute la surface afin d'atténuer ainsi les efforts qui causent les flexions longitudinales et transversales. — Cette disposition a permis à la maçonnerie d'absorber les pressions latérales qui se sont produites et dont le centre d'action est au tiers de la hauteur d'immersion.

En suivant pour la confection de la maçonnerie un ordre déterminé d'avance, qui réglait la quantité des surcharges à mettre au milieu des poutres pour équilibrer le poids des bajoyers, le caisson métallique n'a plus eu à supporter de grands efforts, il a été le moule dans lequel on a construit la maçonnerie équilibrée en elle-même. Toutefois on doit reconnaître que l'ossature rigide en fer a puissamment servi à atténuer les différences de répartition des charges, qui se sont produites et qu'on ne saurait la faire disparaître ni même essayer d'en diminuer l'importance sans crainte de danger.

D'après la coupe (fig. 5, pl. 23), pour une immersion à $3^{m},83$ du plafond et $5^{m},73$ du tranchant, on a déjà une épaisseur de maçonnerie sur le plafond, de $0^{m},80$, les poutres transversales et longitudinales sont enveloppées d'une maçonnerie de 2 mètres de hauteur sur 2 mètres

de largeur, le pourtour est maçonné à travers la double paroi métallique sur 1 mètre d'épaisseur jusqu'au haut de la poutre du pourtour.

Ces maçonneries ont été exécutées par hauteurs de $0^m,30$ pour tout ce qui est sur le plafond et de $0^m,50$ pour ce qui est au pourtour et en observant les flexions pour une répartition aussi exacte que possible.

Les flexions transversales pour cette partie du chargement sont nulles, mais les flexions longitudinales ont eu quelque importance. La dilatation de la partie supérieure des grandes poutres longitudinales est très sensible et produit, selon les écarts de température, des flexions de 4 à 6 centimètres de midi à minuit ou du soir au matin.

D'après la coupe (fig. 6, pl. 23) qui correspond à une immersion de $6^m,12$ du plafond et $8^m,02$ du tranchant, la maçonnerie du pourtour a été élevée, les poutres longitudinales et transversales sont presque complètement enveloppées de maçonneries; les contreforts contre la paroi verticale sont commencés ainsi que l'entretoisement du pied. La maçonnerie du compartiment central fut élevée pour équilibrer transversalement la charge des murs de paroi.

Cette maçonnerie en béton est confectionnée, à la partie inférieure, avec du mortier de ciment à prise lente, de la fabrique Lafarge, au Theil (Ardèche), sur $1^m,60$ d'épaisseur et a été exécutée sur toute la surface du caisson.

La coupe (fig. 7, pl. 23) correspond à une immersion de $10^m,35$ du plafond et $12^m,25$ du tranchant. La maçonnerie du pourtour a été élevée et les poutres sont complètement enveloppées; les contreforts sont élevés et déjà on a pu faire un peu de maçonnerie au fond des puits d'évidement. Les pressions latérales ont acquis une grande importance, mais leur centre se trouvant à $3^m,46$ du plafond, on se rend très bien compte qu'elles passent à travers la maçonnerie déjà rigide qui enveloppe les poutres en fer, et que les poutres elles-mêmes pourraient supporter une grande partie de ces pressions, car elles sont complètement encastrées dans la maçonnerie.

A cette profondeur, les flexions transversales sont nulles et celles longitudinales peu importantes; ce sont des indices qui servent pour la direction des maçonneries et la répartition des charges.

La coupe (fig. 8, pl. 23) représente la situation des maçonneries au moment où le tranchant touche le sol, avec $16^m,35$ d'immersion du plafond et $18^m,25$ du tranchant. Les murs du pourtour sont élevés jusqu'au-

dessus du niveau de l'eau, des contreforts élevés de façon à résister à la poussée de l'eau, par leur propre poids; l'entretoisement du bas des contreforts bien butté contre la maçonnerie des poutres, contribue à la résistance générale. Le radier a $5^m,10$ d'épaisseur au milieu et les côtés sont évidés afin que leur poids et celui des murs de rive ne fasse qu'équilibrer celui de la partie centrale et du lest qu'on a dû y apporter. Ces flexions transversales sont encore à peu près nulles et celles longitudinales insignifiantes.

On doit faire remarquer ici que, pour les deux extrémités, on a dû faire de plus grands évidements dans le radier pour équilibrer les charges des parois. Le centre des pressions extérieures passe encore à l'intérieur de la maçonnerie du radier, ce qui est un excellent résultat.

Pour observer exactement les flexions, on a posé, dès l'origine, sur chaque poutre transversale, 4 nivelettes en fer creux, avec réglage à vis pour les voyants de diverses couleurs, lesquelles ont permis de niveler en long et en travers. En outre, on a tracé à l'extérieur une ligne parallèle au tranchant et on l'a relevée de mètre en mètre ; chaque jour on a fait quatre observations qui ont servi d'indice pour guider le chargement à faire d'un bout ou de l'autre, à tribord, à bâbord, etc.

Les lignes du haut des consoles des supports des hausses métalliques ont peu varié, et les flexions qu'elles indiquent sont une augmentation de celles des poutres.

En résumé, la construction de la maçonnerie a été aussi bien équilibrée que possible pour atténuer le travail du fer, sans que cette maçonnerie n'ait elle-même travaillé autrement que d'une manière normale. Les quelques parties qu'on a dû démolir justifient qu'elle est très bonne et très bien liée, quoiqu'elle ait été faite par petites épaisseurs superposées ou accolées.

Avant de pouvoir travailler au nettoyage du sol, on a dû asseoir le caisson sur le fond de la fouille, de façon à ce qu'il ne se déformât pas et qu'il ne se relevât plus. Cette opération fut très simple ; mais comme on avait émis des craintes de divers côtés, on prit de grandes précautions et on procéda avec la lenteur du sage.

Lorsqu'à la suite du chargement, le caisson toucha le sol, on s'en aperçut à l'oscillation de la mer qui est à Toulon, de 25 à 40 centimètres deux fois par jour et d'une façon régulière.

Ces oscillations sont sensiblement modifiées par l'action du vent, qui retient l'eau ou qui la pousse dans la rade de Toulon ; il en résulte que les oscillations maxima ou minima peuvent être de 1 mètre environ, On les a minutieusement observées à Toulon pour se rendre compte des efforts auxquels la tranche du caisson pourrait être soumise, puisque 1 mètre de déplacement représente 5,800 tonnes à supporter par le tranchant extérieur des caissons et les parois transversales dont la longueur cumulée est de 1,053 mètres, soit par mètre courant de paroi verticale, 5,500 kilogrammes, ce qui serait insignifiant si la répartition était uniforme.

La fouille avait été aussi bien et aussi exactement draguée que possible, les sondages n'avaient pas révélé de grandes différences; mais le caisson avait amené une partie des cales sur lesquelles il avait été monté; le sol du fond est très inégal de dureté, certaines parties sont des poudingues très résistants, d'autres du safre moyennement résistant, et enfin d'autres parties sont les couches d'argile interposées dans ce sol manquant d'homogénéité.

Au lest permanent destiné à annuler les oscillations possibles, on dut encore ajouter l'équivalent du déplacement à faire dans les chambres où l'on introduit l'air comprimé, en prenant des précautions pour que cet air comprimé ne se répande pas partout sous le caisson, et ne le soulève.

Après l'examen de toutes ces hypothèses, on résolut de sortir du caisson tous les débris de matériaux de façon à l'alléger un peu, et après on fit tout au pourtour un remblai de safre d'environ $0^{m},50$ de hauteur, que l'oscillation de la marée tassa et fit entrer sous le tranchant ; un plongeur surveilla ce travail au fond de l'eau et fit passer une partie du safre sous le tranchant en le poussant avec ses pieds. On eut ainsi un petit matelas de matériaux rapportés qui se laissa pénétrer en face des parties dures et qui prit de la résistance dans les autres parties. En même temps qu'on relevait le sol à l'extérieur, les poutres extérieures purent prendre une charge plus grande et les poutres transversales furent relativement allégées.

Après cette préparation, on chargea de nouveau le caisson avec de la maçonnerie jusqu'à toucher le sol et ensuite jusqu'à ce qu'on ait surchargé de 3,000 tonnes environ à la hauteur des eaux moyennes du moment, pour permettre de visiter quatre chambres à la fois, et de n'avoir pas de soulèvement à redouter par l'effet de la marée.

Dans cette situation, le caisson s'inclina un peu vers Castigneau de 4 centimètres environ, mais il n'y eut pas de torsion. Le caisson était posé sur le sol et on put visiter le fond.

Les écluses d'air étaient posées pour tous les compartiments, mais on résolut de commencer le travail de quatre compartiments d'abord : le deuxième, le dix-septième, puis le septième et le douzième, pour qu'après leur remplissage on eût un calage provisoire donnant toute tranquillité pour supporter de nouvelles charges et éloigner les chances de soulèvement.

Lorsque le compartiment deuxième était déjà nettoyé et rempli de béton et le dix-septième très avancé, on travaillait au nettoyage des compartiments septième et douzième. Quoiqu'on eût pris la précaution de purger l'air comprimé qui pénétrait dans les compartiments voisins, il arriva que le 13 septembre 1879, vers 5 heures, l'après-midi, le caisson se souleva du côté de Toulon, d'environ 10 à 12 centimètres. M. le directeur Raoulx était présent. On ouvrit les robinets de décharge d'air et le caisson se rassit à sa place. On put apporter du lest sur les compartiments remplis et depuis lors rien n'a plus bougé.

Ce soulèvement s'est fait avec un chargement d'environ 100,000 tonnes. Il est probable que c'est la plus grosse charge qui ait jamais été soulevée.

Après le remplissage des quatre premiers compartiments, on augmenta notablement le lest à l'intérieur du bassin et le travail se régularisa. On travailla en même temps à la préparation d'un compartiment, au nettoyage d'un autre et au bétonnage du troisième et toujours en chevauchant dans l'ordre établi d'abord pour le remplissage complet de tous les dix-huit compartiments inférieurs.

Le nettoyage du fond consistait à extraire les vases argileuses et sableuses résultant du dragage, il y en avait une épaisseur de $0^m,60$ à $0^m,80$ environ sur le sol naturel, à l'état liquide à la partie supérieure, plus consistante au fond.

Cette vase demi-liquide a été jetée dehors au moyen d'un siphon marchant sous la pression de l'air comprimé; la vase plus consistante était ramollie pour être manipulée par le même moyen.

Le caisson ayant été posé sur un cordon de safre tout autour, les murailles transversales avaient rencontré quelques traverses de bois, déposées sur le sol et quelques parties du sol ayant présenté de la résistance, il en est résulté que le sol nettoyé a été presque partout

0m,10 à 0m,20 plus bas que le tranchant du caisson, et qu'en raison de cette disposition, on a pu délayer très convenablement la vase du fond et la faire sortir au siphon.

Le siphon employé à cet usage est un tuyau de 70 millimètres de diamètre mi-partie métallique, mi-partie en caoutchouc, pour atteindre tous les endroits du caisson et facile à monter et à démonter. Son fonctionnement est basé sur l'équilibre de la colonne d'eau vaseuse et d'air comprimé à l'intérieur du tuyau et de la pression d'air comprimé sur la surface liquide dans laquelle on puise la vase par l'orifice inférieur.

L'air comprimé destiné à alléger la colonne est introduit à 2 mètres de hauteur au-dessus du fond par un petit trou de 3 millimètres de diamètre. Cette disposition permettait le nettoyage d'un compartiment de 328 mètres de surface en deux jours environ, avec deux compresseurs d'air et deux siphons.

Le nettoyage était suivi du commencement du remplissage fait en pierre sèche rangée à la main sur le fond pour éviter de mettre le béton dans l'eau; cette couche de 0m,30 environ de moellon posé à sec sortait de l'eau, de telle façon que le béton posé dessus pouvait pénétrer dans les interstices et en faisait une maçonnerie.

Enfin, chaque compartiment a été rempli de béton fabriqué en dehors et introduit pour la plus grande partie par les deux écluses à béton spécialement disposées à cet effet de chaque côté. A l'intérieur, le béton a été posé par couches successives en commençant par les deux bouts, puis les côtés et toujours en bourrant le béton sous le plafond à mesure qu'on se rapprochait des orifices d'introduction. Les portes des bétonnières ont été fermées de l'intérieur et l'achèvement du remplissage a été fait avec du béton introduit par l'écluse centrale.

Les deux écluses à béton ont permis d'entrer 100 mètres cubes de béton dans un jour.

La fermeture des cheminées centrales a été faite avec un grand soin, après que le remplissage du fond a été terminé, et rendue efficace par du béton jeté du haut en bas; on a nivelé le béton à 1 mètre environ au-dessus du plafond, et on l'a recouvert d'une couche de 0m,10 de mortier de Portland, sur lequel on a posé un tampon en bois sec, autour duquel on a entré autant de coins en bois qu'il a été possible d'en mettre, puis on a recouvert le tampon d'une couche de 0m,10 de mortier de Portland et 0m,50 de béton, après quoi, on a tenu l'air comprimé environ vingt-quatre heures pour amener une première prise

du mortier et laisser le temps nécessaire au bois pour se gonfler. On a pu démonter les cheminées et attendre la certitude de l'épreuve de la fermeture.

Toutes les cheminées sont exactement fermées et les bassins *n'ont pas une goutte d'eau à l'intérieur.*

Les opérations successives du nettoyage, du remplissage et de la fermeture des cheminées a duré en tout trois mois, et pendant ce temps, on a sorti environ 5,000 mètres cubes de vase et entré et mis en place 12,000 mètres cubes environ de moellon et de béton.

L'installation pour l'air comprimé a été très satisfaisante, plus importante que le nécessaire. On a pu satisfaire largement à tous les besoins. Dix compresseurs ont suffi et environ 200 chevaux de force motrice, ce qui laissait des éléments de rechange très larges ; les compresseurs de notre nouveau modèle ont donné d'excellents résultats en fournissant beaucoup d'air frais.

Après que le caisson fut bien assis sur le sol, et la fermeture des orifices de l'air comprimé et du remplissage inférieur, on s'occupa de l'achèvement des maçonneries à l'intérieur, pour le radier, les puisards des pompes, les banquettes et les bajoyers de l'écluse. Deux grandes grues roulantes, permirent de manutentionner sans avaries et promptement toutes les pierres de taille. On put ainsi terminer le premier bassin avant le délai de quatre années, qui avait été accordé à l'entreprise.

Les travaux ont été dirigés sur place par M. L. Langlois.

LÉGENDE DESCRIPTIVE DES PLANCHES 22, 23 ET 24 RELATIVES AUX NOUVELLES INSTALLATIONS MARITIMES DU PORT D'ANVERS ET AUX NOUVELLES FORMES DE RADOUB CONSTRUITES DANS LA DARSE DE MISSIESSY, AU PORT DE TOULON.

Planche 22.

Plan général de la darse (installation des chantiers).

Fig. 1. Plan général de la ville d'Anvers montrant l'ensemble des anciens bassins et des nouvelles installations.

Fig. 2. Port de Toulon.

A, Carrière pour le moellon brut.

1, magasin et forge.

2, bureau.

3, chemins militaires.

B, chemin de fer reliant l'arsenal à la Seyne (station).

a, bureau des travaux hydrauliques.

b, magasins des travaux hydrauliques.

c, bureaux et magasins de l'entreprise.

d, atelier de réparations.

e, bascule.

f, magasin à chaux.

g, broyeurs à mortier.

h, compresseurs d'air.

i, débarquement flottant à couloir cylindrique servant à déposer les dragages à 50 mètres de distance.

j, épuisement de la fosse de montage.

k, atelier de montage.

l, débarquement du sable.

l', débarquement de la pierre de taille.

m, grue roulante.

n, chantier de pierres de taille.

o, chaudières des pompes d'épuisement.

p, dépôt de sables.

r, dépôt de moellons.

s, palissade (clôture de Castigneau).

Bassin n° 1, fouilles.

Bassin n° 2, maçonnerie et fonçage.

Planche 23.

Fig. 1, 2, 3, 4. Mur de quai. Coupes et plans montrant le mode de construction du mur et la jonction des différents tronçons de maçonnerie élevés au-dessus des caissons.

Fig. 5 et 6. Construction d'un tronçon de mur de quai au moyen d'un caisson métallique pour la fondation et pour la partie supérieure à l'abri d'un batardeau mobile, boulonné sur le caisson et soutenu par un échafaudage flottant.

Fig. 7. Ensemble du travail d'un tunnel exécuté dans le sable mouillé à l'aide de l'air comprimé pour relier aux anciennes machines d'épuisement les eaux des nouvelles cales construites dans le bassin du Kattendyk.

Fig. 8 et 9. Détails de construction des conduites en fonte formant le tunnel.

Planche 24.

Dispositions d'ensemble d'un bassin de radoub.

Fig. 1. Coupe longitudinale sur l'axe, avant l'enlèvement du batardeau.
a, batardeau pendant la construction.
b, galeries conduisant l'eau aux machines d'épuisement.
Fig. 2. Plan général.
c, *c*, emplacement des machines d'épuisement.
d, galeries de conduites d'eau aux machines.
Fig. 3. Coupe transversale au milieu du bassin.
Fig. 4. Coupe transversale à l'emplacement du bateau-porte, en AB (du plan général).

Coupes à divers degrés d'avancement de l'exécution des maçonneries montrant leur disposition pour le lestage.

Fig. 5. Coupe transversale à $5^{m},73$ d'immersion avec une charge de 23,220 t.
Fig. 6. Coupe transversale à $8^{m},02$ d'immersion avec une charge de 37,080 t.
Fig. 7. Coupe transversale à $12^{m},25$ d'immersion avec une charge de 62,280 t.
Fig. 8. Coupe transversale à $18^{m},25$ d'immersion avec une charge de 98,928 t.

Dispositions principales du caisson métallique.

Fig. 9. Coupe longitudinale de l'extrémité du caisson montrant la coupe transversale du batardeau.
Fig. 10. Élévation de deux poutrelles du plafond.
Fig. 11. Grande console des hausses au-dessus des poutres longitudinales intermédiaires à l'about à pans coupés.
Fig. 12. Demi-poutre transversale avec console supérieure pour les hausses.
Fig. 13. Plan de l'about à pans coupés.

RÉSUMÉ

DES

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

DU

MOIS D'AVRIL 1881

Séance du 1er Avril 1881.

PRÉSIDENCE DE M. Henri MATHIEU.

La séance est ouverte à huit heures et demie.

Le procès-verbal de la séance du 18 mars est adopté.

M. LE PRÉSIDENT annonce la nomination de M. Renard (Lucien) au grade de Chevalier de l'Ordre de Léopold de Belgique.

Il est donné lecture de la lettre suivante de M. Ronna :

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

J'ai le vif regret, ayant reçu, il y a quelques heures seulement, le compte rendu de la séance du 18 mars, de ne pouvoir me rendre à la séance de ce soir pour présenter quelques objections au projet des ingénieurs de la Ville de Paris, faisant de la presqu'île de la forêt de Saint-Germain vers Achères, le *régulateur* de l'épuration des eaux d'égout de Paris.

La plus grave de ces objections suspend actuellement les conclusions de la Commission qui siège depuis plus de six mois au Ministère de l'Agriculture et du Commerce, pour proposer une solution à la question des odeurs ou de la salubrité de Paris. Je veux parler des résultats que M. Pasteur a communiqués à l'Académie des sciences le 31 janvier dernier, à l'occasion de la longue durée de la vie des germes charbonneux et de leur conservation dans les terres cultivées.

« On croyait, dit l'illustre savant, que la végétation et les cultures, par « des phénomènes naturels de combustion et d'assimilation, détruisaient « toutes les matières organiques des vidanges et des engrais. Un principe « nouveau nous est révélé; combustion et assimilation végétales n'attei- « gnent pas les germes de certains organismes microscopiques. Je ne crois « pas que l'étiologie des maladies transmissibles ne se soit jamais enrichie

« d'un principe plus fécond, touchant l'hygiène et la prophylaxie de ces « terribles fléaux. Qui pourrait assigner les cheminements divers et mul- « tiples, sans doute, des germes depuis le moment de leur formation jus- « qu'à celui où ils frappent leurs victimes, lorsque ces germes sont des « agents de contagion et de mort? »

Connaissant les faits d'une si haute gravité, révélés par les recherches de M. Pasteur, la présence constante au milieu d'une population de deux millions d'âmes de maladies infectieuses, typhus, diphtérie, etc., dont les déjections transmettent impitoyablement les germes, et finalement la nécessité, à cause de l'insuffisance même de la pente des égouts, d'y laisser séjourner les matières, il est difficile d'admettre que, sur un espace restreint de deux mille hectares, en pleine banlieue de Paris, quelqu'un soit assez osé pour assumer la responsabilité d'une épuration par le sol, à raison de 50,000 mètres cubes par hectare et par an, s'appliquant au volume que déversent journellement les collecteurs de Clichy et de Saint-Denis.

L'*épuration* est un mot vide de sens aujourd'hui, puisque le sol comme filtre n'a pas la propriété d'oxyder les matières de certains organismes délétères; or, suivant le projet des ingénieurs de la Ville, il s'agirait au contraire d'accumuler la totalité de ces principes infectieux sur un filtre aux portes de Paris.

Sans doute pour des petites villes comme Merthyr Tydvil, et autres en Angleterre, il a été possible de réaliser sur quelques hectares de terrain un épurateur provisoire pour les eaux d'égout; mais partout, et à Merthyr Tydvil, en premier lieu, l'épuration n'est qu'un complément de l'*irrigation* agricole.

Comme l'a très bien fait remarquer M. Dallot, la solution du problème pour Paris, est dans l'utilisation des eaux à faibles doses, assurant ou favorisant l'oxydation par des surfaces étendues, loin de la capitale, et en pleine zone cultivée. C'est l'agriculture qui réclame les eaux fertilisantes et dès qu'on les aura mises à sa portée, elle saura tout le parti qu'on peut en tirer.

S'il est nécessaire que les ingénieurs de la Ville élèvent les eaux de 25 à 30 mètres plus haut que pour Achères, afin de la distribuer sur les plateaux, qu'ils fassent approuver au plus tôt leurs projets; mais l'arrêt à Achères serait fatal et, de même que la première étape de Gennevilliers, il aurait pour effet de faire reculer la solution agricole, seule possible, seule désirable.

La situation de l'administration de la Ville de Paris est exactement la même, qu'il s'agisse d'amener les eaux potables des sources de la Dhuis et de la Vanne dans la capitale, ou d'emmener en Champagne ou en Beauce les eaux impures ayant servi à la consommation et aux usages publics et domestiques. Peu importe que l'élévation des eaux coûte deux centimes ou cinq centimes de plus qu'à Achères, il faut à tout prix les éloigner de la Seine et des terrains des environs, pour les distribuer aux doses rationnelles qu'exige la culture des prairies, du ray-grass, des racines, etc. —

La question de dépenses est accessoire, en face du grand intérêt de la santé et de la richesse publiques.

Ni le jardin, ni les cultures de légumes de Gennevilliers n'ont permis jusqu'à ce jour de déterminer le rendement maximum à attendre d'un volume donné d'eaux d'égout, appliquées à la grande culture, mais il est démontré que la dose de 50,000 mètres cubes par hectare et par an est exorbitante et abusive, et que pas même le ray-grass ne peut supporter utilement la moitié de cette dose. C'est pourquoi, d'après l'avis émis par le conseil général des ponts et chaussées (25 février 1881) le Ministre des travaux publics s'est réservé de déterminer le volume d'eau maximum à répandre par hectare et par an sur le champ d'épuration, et ne l'a fixé que *provisoirement* à 50,000 mètres cubes; 20,000 mètres de trop!

Je me résume, Monsieur le Président, en exprimant le vœu que le *régulateur* à créer dans les terrains de Saint-Germain, en même temps que le projet *d'épuration* tel que veulent le réaliser MM. les ingénieurs de la Ville de Paris, soient absolument écartés et que le Gouvernement prenne l'initiative de faire adopter et exécuter le grand canal d'irrigation destiné à féconder les plaines stériles ou trop sèches de la zone qui entoure Paris. Cette solution, qu'esquissait l'inspecteur général M. Mille au début de ses recherches sur l'utilisation agricole des eaux d'égout, il y a vingt ans, et à laquelle je me suis rangé dès cette époque, est celle qui s'impose aujourd'hui encore à la sollicitude des pouvoirs publics.

Veuillez agréer, etc. A. Ronna.

M. le Président dit, que l'autorité de M. Ronna, en cette matière, donne un intérêt tout spécial à sa lettre, qui sera, d'ailleurs, insérée *in extenso*, dans le procès-verbal.

Il est ensuite donné lecture du compte rendu d'un mémoire présenté par M. Carrié sur les dispositions du barrage d'Orédon, dans le département des Basses-Pyrénées. Voir le Bulletin, de mai page 491.

La parole est à M. J. Armengaud jeune pour sa communication sur l'installation et l'exploitation des lignes téléphoniques.

EXPOSÉ.

Lorsque le téléphone fit son apparition, vous vous rappelez, Messieurs, le tressaillement de surprise, suivie bientôt d'admiration, qu'excita dans le monde entier cette merveilleuse découverte du jeune professeur américain Graham Bell. Mais l'enthousiasme du premier moment était à peine calmé, que l'invention souleva toutes sortes d'appréciations diverses et même fut en butte à de nombreuses critiques.

A côté des gens incrédules qui doutent de tout, même de la science, il se rencontra des esprits sérieux qui contestèrent l'utilité du téléphone et refusèrent de croire à son emploi pratique dans l'avenir. Très heureusement les résultats ont donné tort à ces pronostics fâcheux. Moins défavorisé que le phonographe d'Edison, son émule, resté jusqu'ici à l'état de

curiosité scientifique et même relégué au rôle de jouet, le téléphone n'a pas tardé à trouver sa place à côté du télégraphe parmi les plus grandes et plus fécondes applications scientifiques.

Ce succès est dû non seulement au mérite de l'invention, mais aussi à ce fait qu'elle était de ces inventions qui arrivent à leur heure. Elle répondait à des besoins que le télégraphe n'avait pu encore satisfaire. Rien ne dépeint mieux le but du téléphone que cette phrase, que j'emprunte à un article du journal l'*Électricité* :

« Le grand mouvement qui anime les artères de la télégraphie, le « téléphone donne le moyen de ne pas l'arrêter à la station télégraphique, « et de le faire pénétrer directement jusque dans le comptoir du commer- « çant, dans l'atelier du fabricant et dans le domicile de la famille. »

J'ajouterai que l'appareil téléphonique, d'un usage immédiat et à la portée de toute personne quelconque, même d'un enfant, plus simple et plus commode que l'appareil télégraphique dont il n'exige pas l'apprentissage, peut le suppléer avec avantage pour la transmission des messages et dépêches de toute espèce. Il peut surtout le remplacer utilement au moment d'un danger pour prévenir une collision de trains sur les voies ferrées, un incendie dans une ville, lorsque l'employé du télégraphe est absent ou que son trouble paralyserait la manœuvre de son appareil.

Ainsi, grâce au téléphone, les personnes habitant une même ville peuvent à tout moment de la journée entrer en communication verbale entre elles, causant et discutant par la parole sans sortir de leurs demeures. Ce résultat est obtenu par des fils reliant ces points les uns avec les autres et constituant des lignes téléphoniques, se terminant par des téléphones transmetteurs et récepteurs de la parole.

C'est de l'installation de ces lignes et de leur exploitation que je vous demande la permission de vous entretenir aujourd'hui.

En abordant cette étude, j'ai été effrayé de l'étendue du programme que je m'étais tracé. Il comporte tant de problèmes techniques, agite tant de questions de toute nature, que j'aurais renoncé à le développer, si, d'une part, je n'étais initié depuis longtemps à cette nouvelle branche de la science qu'on dénomme la Téléphonie, si je n'en avais suivi les développements, et si, d'autre part, je n'avais trouvé une assistance éclairée dans le directeur de la Société française des téléphones, M. Lartigue, notre collègue, et dans deux ingénieurs de la même Société, MM. Berthon et Brown. C'est par leurs soins qu'ont été disposés ici les appareils et les plans qui sont sous vos yeux. Permettez-moi donc de les remercier, en votre nom comme au mien, de leur obligeant concours.

Mais il ne suffit pas de bien posséder son sujet, il faut encore le présenter avec méthode, avec clarté, enfin d'une façon digne d'un auditoire composé d'ingénieurs. C'est là une lourde tâche, et pour la remplir je suis forcé de faire de nouveau appel à la bienveillante attention à laquelle vous avez bien voulu m'accoutumer.

SYSTÈMES DE TÉLÉPHONES EN SERVICE.

Coup d'œil rétrospectif sur l'invention du téléphone. — Avant de vous parler du fonctionnement et de l'exploitation des réseaux téléphoniques, je crois utile de vous présenter les appareils employés pour la transmission et la réception des communications vocales. Ne convient-il pas de savoir ce que c'est qu'une locomotive avant de traiter de l'organisation des chemins de fer? Mon intention n'est pas de passer en revue tous les perfectionnements dont le téléphone a été l'objet depuis qu'il est sorti des mains de son créateur. Comme tous les grands inventeurs, M. Graham Bell a ouvert la voie à un grand nombre de chercheurs qui se sont essayés à modifier et à améliorer l'œuvre primitive. Pour ceux d'entre vous qui désireraient suivre les étapes des progrès accomplis dans cet ordre d'idées, je ne puis mieux faire que de les renvoyer aux ouvrages écrits sur la matière et notamment au livre si complet de M. le comte Th. du Moncel. Je me bornerai à vous signaler les systèmes d'appareils téléphoniques qui ont été consacrés par la pratique et sont aujourd'hui en service régulier.

Beaucoup d'entre vous ont encore présente à la mémoire la séance dans laquelle mon sympathique collègue, M. Niaudet, vint expliquer le téléphone Bell, en faisant fonctionner sous vos yeux, je devrais dire à vos oreilles, les deux premiers appareils qui touchèrent le continent.

Sur les murs de cette enceinte sont suspendues plusieurs images représentant à une grandeur exagérée une section longitudinale du téléphone de Bell, et je vais vous faire passer un appareil coupé par la moitié, qu'a bien voulu me prêter M. Bréguet. Comme vous le voyez, l'appareil qui est d'une étonnante simplicité quand on compare sa construction à ses résultats, se réduit à trois organes essentiels : une tige aimantée, une bobine de fil entourant une des extrémités de cette tige et une plaque mince en fer placée perpendiculairement au-dessus de la bobine et tout près du pôle de l'aimant. Dans ce système l'appareil est réversible, c'est-à-dire qu'il permet de parler et d'entendre, servant à la fois de transmetteur et de récepteur. Le fil qui entoure la bobine du téléphone se prolonge par le câble qui doit transmettre les communications à distance, et revient en fermant le circuit après s'être confondu avec le fil de la bobine de l'appareil placé à l'autre station.

Dès qu'on parle dans l'embouchure qui enserre la membrane de l'appareil, celle-ci entre en vibration. Ce déplacement oscillatoire modifie l'état magnétique de l'aimant, et par suite, suivant la théorie de Faraday, engendre dans le fil un courant électrique. Ce courant est d'une nature particulière dite ondulatoire par analogie aux ondes sonores qui lui ont donné naissance. Arrivé dans la bobine de l'appareil opposé, il modifie pareillement le magnétisme de l'aimant, et, par conséquent, celui-ci exerce sur sa membrane des attractions et répulsions variées qui se traduisent en oscillations identiques à celle de la membrane du premier appareil.

Celle-ci vibre donc et, en ébranlant l'air, reproduit les sons de la voix émise à l'autre extrémité.

Téléphones magnétiques dérivés du téléphone Bell. — Tel était à l'origine le téléphone, tel il est encore dans sa constitution fondamentale sous les divers types imaginés depuis, quand on l'emploie comme appareil récepteur.

Les innovations ont porté sur deux points principaux, le réglage et le renforcement. Dans le modèle de M. Trouvé l'adjonction d'une vis permet de régler l'écartement de la membrane du pôle voisin de l'aimant. Les types de Gray et de Phelps comportent deux membranes placées devant les deux pôles de l'aimant recourbé à cet effet.

Le système Gower, dont nous a entretenus M. Fichet, utilise les deux pôles en concentrant leurs effets sur une seule membrane. De plus, M. Gower perce le centre de la membrane, et dispose près de l'ouverture une anche qui vibre sous un souffle énergique et permet de transmettre un signal d'avertissement.

Le principe des pôles concentrés se retrouve également dans les systèmes Siemens et Ader. Mais ce dernier présente, en outre, une particularité remarquable. De l'autre côté de l'aimant, près de l'embouchure, est adapté un anneau en fer doux appelé surexcitateur. Le but de cet anneau est d'augmenter la force active de l'aimant, en raison de cette propriété très simple que possède la masse de fer doux d'attirer les pôles de l'aimant plus près de ses extrémités, et de les rapprocher ainsi de la membrane. Cette action est mise en évidence par l'appareil de démonstration que je fais passer sous vos yeux. Cette combinaison ingénieuse donne au récepteur Ader une grande sensibilité. Elle a contribué avec les autres travaux remarquables du même inventeur à lui mériter le prix de physique de 3,000 francs, qui lui a été récemment décerné par l'Académie des sciences. On sait que le grand prix Volta de 50,000 francs avait précédemment été donné à M. Graham Bell.

Téléphones à pile système Edison. — Les appareils dont je viens d'esquisser la description forment la classe des téléphones magnétiques. Mais Bell reconnut bientôt que le magnétisme mis en jeu par le déplacement de la membrane ne produisait pas des courants ondulatoires assez puissants pour transmettre la voix à de grandes distances avec une intensité suffisante. Il eut alors l'idée de recourir à une pile pour lancer d'une manière continue dans le circuit un courant électrique, en ne demandant plus à l'oscillation de la membrane que de le transformer en courants ondulatoires. Ce fut là l'origine de la classe des téléphones à pile.

Cependant l'association du magnétisme rémanent de l'aimant et de la pile, n'avait pas fourni les résultats espérés, et l'on attendait pour la transmission téléphonique entre des points très éloignés une solution plus pratique. C'est Edison qui a eu le mérite de la donner. Son téléphone est

fondé sur cette propriété qu'un corps mauvais conducteur, tel que le charbon interposé dans un circuit électrique, offre au passage du courant une résistance qui varie suivant les pressions auxquelles ledit corps est soumis. Prenant toujours la membrane métallique pour recevoir les vibrations de la voix, Edison la met en contact avec une pastille faite avec du noir de fumée de pétrole.

Mais la conception de l'inventeur ne s'arrêta pas là. Le courant électrique qui traverse la pastille de charbon, et est rendu ondulatoire par la vibration de la membrane, alimente, dans le système Edison, le circuit primaire d'une bobine d'induction, et ce sont les courants induits de l'hélice secondaire qui sont dirigés dans le câble de transmission. L'intervention de cette action inductive accroît considérablement la puissance de la transmission. Aussi est-ce à partir de la mise au jour de ce système que l'on a pu franchir des distances considérables, et que la téléphonie a commencé à se développer.

Transmetteurs microphoniques. — Quelque temps après l'invention d'Edison, un homme déjà célèbre par l'invention du télégraphe-imprimeur, M. Hughes, eut une idée qu'on pourrait qualifier de bizarre si elle n'avait eu des conséquences vraiment remarquables. Au lieu d'une rondelle de charbon pulvérisé, il imagina d'interrompre le circuit électrique par un morceau de charbon massif suspendu entre deux coussinets également en charbon de façon à être en équilibre instable. Tel est le principe du microphone qui doit son nom à ce qu'il permet, en amplifiant grandement les sons, de faire entendre la voix et les bruits les plus faibles. Grâce à son mode de suspension, la tige de charbon subit avec une sensibilité extrême les ébranlements extérieurs communiqués à son support, et ses pointes émoussées, qui sont traversées par le courant, offrent à ce dernier un passage d'une section incessamment variable produisant, comme dans le téléphone Edison, les courants électriques ondulatoires correspondant aux ondes sonores.

Je ne m'arrête pas aux expériences curieuses auxquelles a donné lieu le microphone comme renforcement des sons les plus imperceptibles (le tic tac d'une montre placée près de l'appareil, le bruit d'une mouche qui marche sur son support), et j'arrive tout de suite aux appareils qui en dérivent et qui ont reçu le nom de Transmetteurs microphoniques.

Parmi ceux que la pratique a adoptés, je citerai les systèmes Crossley et Ader. Sauf des différences d'agencement, ils présentent la même composition. L'un et l'autre possède un certain nombre de baguettes de charbon appliquées librement contre une tablette en bois mince, et divisant le parcours offert au courant électrique pour lui opposer moins de résistance. L'appareil affecte dans les deux systèmes la forme d'un pupitre qui renferme, à l'intérieur la bobine d'induction, le parafoudre, et autres accessoires qu'on retrouve dans le transmetteur Edison. Un système de transmetteur que l'on range dans la classe des microphones, mais qui, à mon avis, se rapproche beaucoup plus de celui d'Edison, est l'appareil Blake,

très en faveur en Amérique. Dans ce système, il n'y a qu'un petit morceau de charbon pressé par un ressort sur la membrane métallique.

Les dispositions des transmetteurs microphoniques peuvent être modifiées à l'infini. Je dois signaler celle de M. Lock-Labye et celle plus récente de M. Maiche, qui remplace la tablette en bois par une cloche en verre. Celle-ci transmet ses vibrations à deux petites sphères en charbon intercalées dans le circuit électrique. Les auteurs de ces variantes semblent avoir eu pour objectif d'augmenter l'intensité du son transmis. C'est là, sans doute, une intéressante préoccupation, si l'on se propose de faire entendre à plusieurs personnes réunies dans une même salle un discours ou un chant produit au loin. Mais tel n'est pas le rôle du téléphone dans l'usage courant, où il s'agit de transmettre purement des communications verbales d'un caractère souvent confidentiel, ou de réaliser à distance une conversation intime qui ne doit pas tomber dans des oreilles étrangères.

Choix d'un réseau téléphonique.

Les différents systèmes de téléphones que je viens de passer en revue ont été brevetés par leurs auteurs, et ces brevets, placés entre les mains de concessionnaires différents, ont donné lieu à des rivalités, à des concurrences qui ont, pendant quelque temps, entravé l'essor des applications téléphoniques. Aussi les Compagnies formées en Amérique, ainsi que celles qui se sont créées plus tard en Europe, ont-elles reconnu la nécessité de se fusionner pour ne pas être gênées dans leur exploitation. Mais cette concentration en une seule Compagnie est surtout rendue nécessaire par l'établissement des lignes téléphoniques, qui, ainsi que vous allez le comprendre, ne saurait exister sans une unité parfaite d'organisation.

Dans les explications qui vont suivre je prendrai comme exemple le réseau téléphonique installé à Paris par la Société générale des Téléphones, avec le concours du Ministère des postes et des télégraphes, et de l'Administration municipale.

Le problème de l'établissement d'un réseau téléphonique dans une ville se pose ainsi :

Étant donnés plusieurs points diversement espacés, il s'agit de les relier par des lignes disposées de manière à permettre le plus grand nombre de liaisons directes entre les points deux à deux, avec la moindre longueur possible desdites lignes.

S'il n'existait qu'un petit nombre de points, il suffirait de les réunir les uns avec les autres en formant ce qu'on appelle le polygone étoilé. Pour ces points le nombre des lignes serait représenté par la formule $m\,(m-1)$. On comprend que le nombre devient considérable si les points, je dirai maintenant les personnes qui s'y trouvent, c'est-à-dire les abonnés, sont au nombre de 500, 1000, etc. On est alors conduit à prendre un point central, d'où l'on fait partir m lignes rayonnant vers les m abonnés. Mais ces lignes, dans une ville comme Paris, deviennent beaucoup trop longues

et par suite trop dispendieuses pour les abonnés situés aux points extrêmes, dans les quartiers excentriques. Pour éviter ces inconvénients, au lieu d'une station centrale, on en prend plusieurs, et on forme une série de petites étoiles réparties le mieux qu'on le peut dans les régions de la ville. Ces stations, ou mieux ces bureaux auxiliaires ainsi choisis, sont alors réunis entre eux. Cette réunion peut avoir lieu directement en formant le polygone étoilé, ou par l'intermédiaire d'un Bureau central. Cette dernière disposition est bien préférable, car, si l'on considère n bureaux auxiliaires, en faisant partir de chacun d'eux $n-1$ fils, on comprend facilement que dans le cas du polygone étoilé on n'aurait pour chacun d'eux que $(n-1)$, communications possibles, tandis que l'intermédiaire du Bureau central permet un nombre de permutations pour chaque bureau égal à $(n-1)^2$.

C'est ce système de distribution qui a été adopté dans les grandes villes, à New-York, Londres et Paris. Le réseau de Paris comprend neuf bureaux auxiliaires répartis dans les principales régions et communiquant avec le Bureau central de l'avenue de l'Opéra. Les abonnés de chaque région sont desservis par le bureau correspondant. Mais s'ils sont reliés à des bureaux différents, la communication a lieu par l'entremise du Bureau central.

Établissement des lignes et pose des cables.

Le plan du réseau étant ainsi défini, j'arrive à la partie technique de l'établissement des lignes téléphoniques. Ces lignes sont aériennes ou souterraines — quelquefois elles sont mixtes sur leur parcours, d'un abonné à son bureau central.

Lignes aériennes. — Les lignes aériennes tendent à disparaître; elles sont construites d'après le même principe que les lignes télégraphiques. Elles consistent en fils d'acier supportés de distance en distance par des poteaux avec isolateurs. Ces poteaux sont fixés sur les toitures des maisons avec l'autorisation des propriétaires. La bonne volonté de ces derniers est assez générale, cependant quelques-uns, par suite d'un préjugé assez difficile à déraciner, montrent une certaine hésitation à laisser poser les fils sur leurs immeubles, craignant d'y faire ainsi attirer la foudre. Ils ne se rendent pas compte que tout au contraire, dans les temps d'orage, l'électricité peut trouver par ces fils un dérivatif qui l'entraîne au loin. Le seul inconvénient que pourrait occasionner un fil métallique ainsi tendu est le bruit vibratoire de la harpe éolienne; or il est complètement évité par l'interposition de rondelles en caoutchouc formant sourdine.

Lignes souterraines. — Les lignes souterraines sont établies avec des câbles d'une structure spéciale. Parlons d'abord de ces câbles.

Câbles employés. — Dans les types principaux employés jusqu'ici par la Société des téléphones, le conducteur composé d'un ou de plusieurs brins

en cuivre est isolé par une enveloppe en gutta-percha, puis recouvert d'un guipage de coton. Ces fils, ainsi constitués, sont entourés d'une gaine protectrice en plomb. On les réunit au moins deux par deux dans le même tube de plomb, pour former le double fil qui dessert chaque abonné. Mais le plus souvent on groupe sous le même plomb sept doubles fils pour simplifier et économiser le câble de transmission. Les sept doubles fils ainsi groupés se distinguent par la couleur différente de leur guipage en coton.

Au nombre des opérations, que comprend la fabrication de ces câbles, celle qui demande le plus de soin et de temps, est la mise en plomb. Elle s'exécute en disposant par longueurs de 100 mètres les tubes de plomb sur une table de même longueur, et en y enfilant les fils guipés. Ce travail long et difficile, est supprimé par le procédé qui a été imaginé récemment par MM. Berthoud et Borel de Cortaillod (Suisse), et qui consiste à confectionner directement le tube de plomb sur le fil même qu'il doit envelopper. A cet effet les inventeurs se servent de la presse hydraulique à faire les tuyaux, qu'ils ont modifiée en vue du but proposé. En particulier la filière est surmontée d'une tige creuse s'élevant à travers le métal amolli, et laissant passer le fil à recouvrir. En même temps que lui, pénètre dans la filière un corps isolant liquéfié, résine ou brai, qui vient boucher hermétiquement l'intervalle annulaire existant entre le fil et le tube de plomb qui vient d'être formé. L'isolation est complétée par la paraffine dont on a eu le soin d'imprégner le guipage de coton avant l'entrée du fil dans la machine.

Avec ce procédé mécanique, la mise en plomb d'un kilomètre de fil s'effectue en quelques heures, tandis qu'elle exige plusieurs jours par les moyens manuels et arriérés que j'ai signalés. Outre la perfection du travail, il en résulte une grande économie de main-d'œuvre et, par suite, une réduction considérable du prix de fabrication. Les nouveaux câbles sont actuellement à l'essai, et les résultats obtenus jusqu'ici font bien augurer de l'avenir du système Berthoud et Borel. La seule objection qu'on y ait faite est la suppression de la gutta-percha, que l'on s'obstine encore à considérer comme la seule matière isolante parfaite. Pour ma part, je ne m'explique pas pourquoi on aurait moins de sécurité pour l'isolation dans la combinaison du fil paraffiné et de la résine.

Câbles sans induction. — Mais une supériorité du même système sur les autres est de permettre de recouvrir un fil conducteur unique d'une enveloppe de plomb de très petit diamètre et de pouvoir ainsi utiliser celle-ci comme second fil ou fil de retour. Un câble ainsi formé d'un conducteur central et d'un conducteur annulaire offre l'immense avantage d'être soustrait aux effets d'induction des fils voisins, condition importante en téléphonie pour éviter les confusions dans les communications. En effet, si régulièrement que soient tordus entre eux les deux éléments du fil double de l'ancien système, on comprend qu'ils ne présenteront jamais vis-à-vis d'un fil voisin la symétrie absolue et parfaite qui résulte

de la structure du câble Berthoud et Borel, symétrie qui est nécessaire pour compenser, en les annihilant, les influences opposées de l'action inductive.

Utilisation des égouts. — Pour la construction des lignes téléphoniques souterraines à Paris on n'a pas eu besoin de creuser des tranchées, ou de créer une canalisation spéciale. On a été très heureux de pouvoir utiliser le magnifique réseau d'égouts dont la ville de Paris a été dotée par M. Belgrand, l'ingénieur distingué que la mort a enlevé avant qu'il n'eût entièrement achevé son œuvre. Bien que les égouts soient assez larges, comme en dehors de leur destination qui est l'écoulement des eaux-vannes ils ont à loger les conduites d'eau, la place qui reste libre est précieuse et l'administration municipale a eu le devoir de la ménager. Celle qu'elle a assignée aux câbles téléphoniques est située sur la voûte et occupe une largeur de 30 centimètres.

Les câbles longent cette partie de l'égout et y sont supportés de mètre en mètre par des crochets en fer feuillard scellés dans le mur. Les crochets sont réunis par trois sur la même patte de scellement, et chacun d'eux peut recevoir 17 câbles à 7 fils doubles. Dans chaque égout on peut donc loger 357 fils pour relier autant d'abonnés.

Pose et déroulement des câbles. — Pour poser un câble, on amène la bobine au-dessus du regard qui est en face du bureau central, servant de point de départ, on la met sur un chevalet, et tirant le bout antérieur du câble, on le déroule le long de l'égout en le suspendant aux crochets.

Entrée de poste chez l'abonné. — Quand l'abonné est à moins de 500 mètres du bureau central, on le relie directement par un câble à un seul fil double; mais pour des distances supérieures à 500 mètres, ou fait partir son double fil de l'un de ceux qui composent le câble à 7 fils, que l'on amène aussi près que possible du poste de l'abonné. Arrivé près du branchement particulier d'égout qui correspond à la maison habitée par l'abonné, le double fil est relevé et conduit jusqu'à l'affleurement du mur; là on crève le trottoir, et on y passe le fil en le protégeant dans un tube en fer appliqué verticalement contre le mur, jusqu'à une hauteur de 3 mètres. Ensuite on continue de monter le fil, en lui faisant contourner les balcons et les corniches, jusqu'à l'étage occupé par l'abonné, et on l'introduit dans l'intérieur par un trou percé, soit dans le seuil, soit dans l'imposte de la fenêtre. Il ne reste plus qu'à relier les deux fils aux bornes de l'appareil téléphonique de l'habitation. Ainsi s'effectue l'entrée de poste chez l'abonné.

Concentration des câbles au Bureau central. — Revenons au Bureau central. Au pied de ce bureau sont les 300 lignes, par exemple, qui doivent y être reliées.

On les soude avec un nombre égal de fils qui descendent du bureau et ont été, suivant l'expression usitée, amorcés en égout. Ces 300 fils (il s'agit

toujours de fils doubles) forment un faisceau que l'on épanouit sur le mur intérieur de la cave pour les fixer suivant une circonférence en formant une rosace. De la périphérie de cette rosace les fils sont dirigés sur les appareils qui doivent établir les communications, et qu'on appelle Commutateurs. Dans l'organisation actuelle, à partir de ce moment, les deux éléments du double fil sont séparés, l'un d'eux est amené aux commutateurs, l'autre est réuni à ceux qui comme lui sont écartés du circuit, et ce faisceau est enfoncé dans la terre.

Dans cette disposition, le circuit est ouvert, et outre les effets d'induction on a à redouter l'influence des courants telluriques. Mais dans la nouvelle organisation qui est à l'étude les deux fils de chaque ligne seront amenés aux commutateurs du Bureau central, et on réalisera le circuit métallique fermé avec tous les avantages d'un isolement parfait et d'une indépendance absolue pour chaque ligne.

AGENCEMENT D'UN BUREAU CENTRAL.

L'appareil important d'un Bureau central est le commutateur. Il est destiné à permettre d'établir des liaisons temporaires entre les fils qui y aboutissent suivant toutes les combinaisons deux à deux, résultant des communications que peut demander un abonné quelconque avec chacun de ceux qui sont reliés au même bureau.

Comme il faut que l'employé soit prévenu quand l'abonné désire être mis en communication avec tel autre, le tableau qu'on pourrait appeler « Combinateur, » est accompagné d'un avertisseur ou annonciateur avec signaux optiques pour le jour et sonnerie pour la nuit. Le fil de chaque abonné, après avoir touché au Commutateur-Combinateur, se rend à son Annonciateur et de là à la terre.

Annonciateur. — L'Annonciateur le plus employé se compose d'un électro-aimant, dont l'armature, lorsqu'elle est éloignée, retient un disque cachant le numéro qui désigne l'abonné. Quand celui-ci en appuyant sur le bouton d'appel de son appareil lance le courant de sa pile locale dans la ligne, l'armature de l'électro-aimant de l'annonciateur est attirée et déclenche le disque qui tombe et découvre le numéro.

Commutateur suisse. — Bien longtemps avant la découverte du téléphone, on faisait usage de commutateurs en télégraphie pour correspondre d'une station centrale avec plusieurs postes reliés à celle-ci. Le plus ancien de ces appareils, et le premier qui ait été appliqué à la télégraphie, est désigné sous le nom de commutateur suisse. Fondé sur le principe d'un tableau à double entrée, il se compose de bandes métalliques verticales et de bandes métalliques horizontales croisant les premières sans les toucher. Ces bandes sont isolées entre elles, d'une série à l'autre, et dans chaque série, par la planchette qui les porte, et qui est en bois mauvais conducteur de l'électricité. Des trous sont percés dans les bandes de métal et dans le bois

de la planchette aux points de croisement desdites bandes. Ils sont destinés à recevoir des chevilles, également en métal, et dont la tige est fendue dans les deux sens pour pouvoir fournir un contact assuré avec les deux bandes, quand elles y sont enfoncées.

Si l'on conçoit donc que les bandes verticales forment les prolongements des lignes des abonnés, on comprend que pour relier deux de ces abonnés, les numéros 7 et 12 par exemple, il suffira d'enfoncer deux chevilles dans deux trous d'une bande horizontale à sa rencontre avec les bandes 7 et 12. Il y a plusieurs bandes horizontales pour permettre d'établir simultanément plusieurs communications. En supposant 20 abonnés par tableau, on voit que 10 bandes horizontales suffiront, puisqu'il ne peut pas y avoir simultanément plus de 10 communications; elles nécessiteront 10 paires de chevilles numérotées comme les bandes pour éviter toute confusion.

Dans le système suisse la jonction en temps normal des lignes avec leurs annonciateurs est faite par des chevilles, que l'employé doit enlever aussitôt l'appel fait pour établir la communication demandée, et replacer après que celle-ci a cessé. Cette opération est évitée dans le système américain, dont je vais essayer de donner une idée.

Commutateur américain. — L'organe essentiel de ce commutateur est un interrupteur dit *jack-knife*, qui tire son nom de la forme de couteau qu'il affectait à l'origine. Le manche était une pièce métallique rectangulaire, et la lame un ressort placé de champ. Dans la disposition actuelle le ressort est posé à plat, il sert à amener le courant, qui arrive dans la pièce par une vis à l'extrémité de gauche, à une vis située à droite. Cette vis est isolée du jack-knife et communique électriquement avec l'annonciateur, puis avec la terre. En temps de repos, le bout du ressort touche la vis par un goujon perpendiculaire à celle-ci.

Or, la pièce en cuivre est percée de deux trous, dans l'un desquels dépasse une saillie fixée au ressort. Si donc on introduit dans ce trou une cheville ou fiche métallique, on soulève le ressort et, en l'écartant ainsi de son contact extrême, on rompt le circuit allant à l'annonciateur.

La fiche employée dans ce système est à l'extrémité d'un cordon métallique souple qui se termine par une fiche semblable. En plaçant ces deux chevilles dans les trous des jack-knives 7 et 12, on voit qu'on établit la communication entre les deux abonnés correspondants. Le deuxième trou percé dans chaque jack-knife ne donne lieu à aucune action sur le ressort, il permet d'y prendre la communication avec la ligne de l'abonné en laissant l'annonciateur en dérivation à la terre. Cela donne la faculté à l'un des abonnés d'avertir l'employé quand il a fini de communiquer.

Appareils accessoires du Bureau central. — Les tableaux commutateurs comprennent chacun 25 abonnés. Un employé dessert deux tableaux, il a à sa disposition une clef Morse pour l'appel, un récepteur téléphonique pour entendre l'abonné qui demande a être mis en communication, et

un transmetteur téléphonique pour l'aviser que cette communication est établie. Ce récepteur et ce transmetteur sont reliés solidairement par la tige aimantée du premier. Cette disposition ingénieuse, imaginée par M. Brown, permet de porter d'une seule main à la fois le transmetteur devant la bouche, et le récepteur près de l'oreille pour écouter et parler simultanément.

Le transmetteur est du type Edison ; la bobine d'induction est placée à part sous les tableaux commutateurs. Sur le plancher sont posées les deux piles, celle qui envoie le courant d'appel aux abonnés, et celle qui alimente le circuit inducteur du téléphone. Au-dessus est la sonnerie qui fonctionne seulement la nuit, et qui est alimentée par le circuit de pile locale se fermant par la chute de chaque disque de l'annonciateur.

Poste de l'abonné. — L'installation du poste téléphonique chez l'abonné comprend le transmetteur récepteur, le timbre d'appel et le parafoudre, la sonnerie et la pile. A l'exception de la pile qui est posée à terre, les autres parties sont groupées sur un support en forme de pupitre appliqué contre le mur à une hauteur environ de 1^{m}60. L'agencement de ce support varie un peu suivant le système de téléphone employé. Il n'y a à signaler comme disposition commune que le commutateur destiné à mettre la ligne de l'abonné en communication tantôt avec la sonnerie de son appareil, tantôt avec son téléphone. Le double bras articulé qui constitue ce commutateur et se déplace sur quatre bornes, est relié au crochet à deux branches où s'accroche le récepteur. En temps de repos, quand celui-ci est accroché, l'appareil est *sur sonnerie*. Mais dès que l'abonné, averti par un appel, prend son récepteur à la main, en le décrochant il déplace la branche mobile du crochet, et ainsi fait jouer le commutateur. Ce maniement établit automatiquement la communication de la ligne avec le transmetteur et le récepteur, c'est-à-dire met l'appareil *sur téléphone*.

M. Armengaud décrit en détail la disposition intérieure d'un poste téléphonique du système Edison ; puis avec le concours de deux personnes placées à deux des postes installés dans la salle, et se plaçant lui-même devant le commutateur représentant le Bureau central, il explique la manière dont s'établissent les communications d'abord entre deux abonnés reliés à un même bureau, puis entre deux abonnés reliés à des bureaux auxiliaires différents en passant par le Bureau central.

Vous voyez, Messieurs, que la manière dont se fait le service des bureaux téléphoniques est des plus simples. Il est en outre des plus rapides, grâce à l'intelligente activité déployée par les demoiselles à qui est confié le service de Paris pendant le jour. Pour vous en donner un exemple, je vous dirai qu'il suffit généralement d'une demi-minute pour établir la communication entre deux abonnés reliés à deux bureaux différents, c'est-à-dire pour faire parler un abonné de la Villette avec un abonné de Passy.

Mais la simplicité du fonctionnement du système ne doit pas faire perdre

de vue les difficultés auxquelles a donné lieu son installation. De l'invention du téléphone à la réalisation de son application pratique, c'est-à-dire à la constitution du réseau téléphonique, il y avait un pas énorme à franchir.

S'il est juste de reconnaître que la télégraphie avait préparé le terrain à l'organisation de la téléphonie, et que celle-ci a pu profiter de l'expérience acquise, l'exposé succinct que je vous ai présenté montre que ce n'est qu'après de patients et énergiques efforts et avec le concours de nombreuses compétences que l'on a pu mener à bien une entreprise si nouvelle, on peut dire sans précédent.

EXPLOITATION DES RÉSEAUX TÉLÉPHONIQUES.

États-Unis. — C'est en Amérique, berceau de l'invention du téléphone, que furent établis les premiers réseaux téléphoniques. Ils ont pris un grand développement à Boston, Philadelphie, Chicago et New-York. Dans chacune de ces deux dernières villes on compte plus de 3,000 abonnés.

Tout d'abord le téléphone fut exploité par la Compagnie Bell, qui s'était rendue concessionnaire de la patente de l'inventeur. Lorsque parut l'invention d'Edison, une Société rivale se forma sous le nom de *Western Union telephone Company*. Comme transmetteur elle se servait du nouveau téléphone à charbon, mais elle employait comme récepteur le téléphone Bell. Que fit la première Compagnie? Elle se rendit propriétaire du transmetteur Blake, système qui participe du téléphone Edison et du microphone Hughes. Un procès s'engagea entre les deux Compagnies concurrentes et il menaçait de s'éterniser lorsqu'elles s'entendirent et fusionnèrent en une seule, celle qui exploite aujourd'hui toutes les villes des États-Unis.

Partout les lignes sont aériennes ; cette installation est défectueuse et entraîne surtout de graves inconvénients par suite de la construction des maisons qui, dans les villes américaines, ont presque toutes leurs toitures en terrasse. La terrasse couverte en feuilles de plomb ou de zinc se trouve bien vite détériorée par le piétinement des ouvriers qui viennent poser et réparer les poteaux qui supportent les câbles. En outre la multiplicité de ces câbles aériens au-dessus des rues et des places publiques finit par leur donner un aspect désagréable. Il paraît même que dans un certain endroit à Boston, le réseau est si serré qu'il finit par obscurcir la lumière du jour.

Partout on a adopté le principe des abonnements. A New-York, chaque abonné paie par an 200 dollars lorsque sa distance au prochain bureau auxiliaire ne dépasse pas une lieue anglaise. Pour une distance supérieure, il est tenu de payer un supplément.

Pour l'établissement des connexions ou communications, on emploie des commutateurs interrupteurs semblables à ceux que j'ai indiqués. Le service est fait par des jeunes garçons (*switchmen*) chargés d'établir les communications en insérant les chevilles dans le *switch-board*, nom donné au

tableau permutateur portant les *jack-knives*. Lorsqu'un bureau réunit un très grand nombre d'abonnés, les tableaux qui les répartissent se trouvent trop éloignés pour qu'on opère la connexion avec le cordon souple à deux chevilles. Alors on adopte un système analogue à celui proposé récemment par M. Brown, et qui consiste à grouper sur une table des conjoncteurs supplémentaires en nombre égal aux abonnés, et cette table est desservie par un *switchman* spécial averti par ceux qui voient tomber les disques des annonciateurs.

Plus récemment on a fait l'essai, à New-York, d'un système, imaginé par MM. Haskins et Wilson, électriciens de la Compagnie, qui a pour principe la réunion des tableaux permutateurs au moyen de règles métalliques isolées entre elles, et jouant le rôle des bandes horizontales du commutateur suisse. Les *switchmen* placés devant les tableaux se servent de chevilles en utilisant successivement ces règles pour établir les connexions. A chaque fois qu'ils emploient une règle, ils la font pivoter et la mettent hors de service. Ce mouvement empêche les confusions, mais il est une des complications du système. Dans la nouvelle organisation du Bureau central que préparent MM. Larligue et Berthon, les tableaux permutateurs pourront également être réunis entre eux par trois ou quatre fils de jonction, mais avec une combinaison spéciale qui dispense de tout mécanisme.

Enfin dans quelques villes, aux États-Unis, on a adopté pour l'appel à faire par l'abonné l'emploi d'une petite machine magnéto-électrique qui, mise en action, produit et lance un courant au Bureau central; l'inconvénient de ce système est d'astreindre l'abonné à tourner une manivelle.

Angleterre. — Les Compagnies qui se sont créées en Angleterre pour exploiter le téléphone n'ont pas tardé à se réunir en une seule, sous le nom de *The United Telephone Company Limited, Bell's & Edison's Patents.* Cette Compagnie pensait, comme celle de l'Amérique, pouvoir fonctionner sous le régime de la liberté, lorsque vers la fin de l'année dernière le gouvernement anglais réclama pour le Post-Office le monopole de l'emploi du téléphone. La Compagnie résista, et un procès s'ensuivit qui fut porté devant la Cour de l'Échiquier de Sa Majesté britannique.

Le débat a porté sur deux points :

Le premier, purement technique et grammatical. Le téléphone était-il un télégraphe perfectionné ou un instrument *sui generis* ?

Le second, d'ordre administratif. Il s'agissait de savoir si le droit de construire un télégraphe privé pouvait être concédé à une Compagnie qui combinait les messages dans une salle téléphonique.

La Compagnie a perdu son procès; mais le gouvernement anglais n'a pas abusé de sa victoire, et, dans l'esprit pratique et libéral qui anime nos voisins d'outre-Manche, il est entré en pourparlers avec elle pour lui affermer l'usage du téléphone à des conditions qui seront arrêtées prochainement.

Actuellement le téléphone fonctionne dans plusieurs grandes villes

d'Angleterre et d'Écosse. A Londres, le prix de l'abonnement est de 20 livres sterling; il faudra à cette somme ajouter la redevance à payer à l'État.

Les lignes sont aériennes, et les appareils employés sont : soit le transmetteur Edison avec le récepteur Bell, soit le transmetteur Crowley avec le récepteur Gower-Bell. Une Compagnie est actuellement en formation pour la construction de ces appareils téléphoniques.

Allemagne. — Le gouvernement allemand n'a pas laissé le temps à des Compagnies de se former; il s'est emparé aussitôt de l'exploitation du téléphone, qu'il a considérée comme un service public. Dès le commencement de 1878, l'Administration des postes et des télégraphes de l'empire faisait annoncer l'ouverture de bureaux téléphoniques; mais jusqu'à présent aucun de ces bureaux n'a fonctionné régulièrement. A Berlin même, le réseau très incomplet ne dessert qu'un très petit nombre d'abonnés. Cet insuccès peut être attribué à deux causes. La première est le tort qu'a eu le gouvernement allemand d'étouffer l'initiative privée. La seconde résulte de la situation singulière qui a été faite aux représentants et ayants droit de MM. Bell et Edison. En arrivant en Allemagne, ils se sont vu disputer l'usage du téléphone par un Allemand qui, chose singulière, a obtenu le premier brevet accordé en Allemagne pour les téléphones. Cette circonstance fâcheuse résulte d'une erreur de la Commission technique d'examen des brevets, qui auparavant avait refusé le brevet de principe au véritable inventeur du téléphone, sous prétexte d'une publicité anticipée de l'invention.

D'ailleurs il semble que les Allemands aient voulu exprimer leur indifférence à l'endroit de la découverte américaine; car dans la circulaire officielle que j'ai sous les yeux, non seulement les noms désormais illustres de Bell et d'Edison ne sont pas cités, mais le mot même « téléphone » n'est pas une seule fois mentionné. L'appareil est désigné par un mot composé allemand qui signifie « Parleur au loin, » expression incomplète puisqu'elle ne s'applique pas à l'appareil qui sert à entendre la voix transmise.

Cependant la situation du téléphone en Allemagne tend à s'améliorer. D'abord le *Patent-Amt* reviendra sur sa première décision. Ensuite des réseaux téléphoniques commencent à s'établir à Berlin, à Hambourg, à Mulhouse. A Berlin, le prix de l'abonnement est provisoirement de 200 marcs ou 250 francs; mais il ne s'applique qu'à l'abonné distant de moins de 2 kilomètres du Bureau central. Pour chaque kilomètre en plus, le prix s'augmente de 50 marcs.

Belgique. — La situation belge est en quelque sorte la contre-partie de celle qui précède. Là, c'est sous le régime de la liberté que trois Compagnies ont installé des réseaux téléphoniques à Bruxelles, Anvers, Liège, Verviers et Charleroi. Dans le principe, les trois Compagnies étaient : 1° la *International Bell Telephone Company;* 2° la *Compagnie Gower,*

et 3° la *Compagnie Bède.* Aujourd'hui les Compagnies Bède et Gower ont fusionné sous la raison sociale : *Compagnie belge des téléphones Bell.*

Le principe de l'abonnement est adopté pour toutes les villes, le prix en est de 300 francs par an. La Compagnie Bell compte 600 abonnés à Bruxelles, 400 à Anvers, 200 à Liège. Mais elle est paralysée, dans l'exploitation de ces réseaux, par cette circonstance bizarre que le gouvernement belge n'a ni accordé ni refusé l'autorisation demandée. La presse s'occupe de la question et ne comprend pas l'hésitation du gouvernement qui pourrait, dit-elle, se réserver le droit de rachat des lignes exploitées. En attendant, les Compagnies de téléphones sont très embarrassées, et il paraît même qu'elles n'ont pas le droit de percevoir le prix des abonnements.

Je laisse de côté la Suisse, l'Autriche-Hongrie, l'Italie et autres pays, où l'exploitation du téléphone ne s'est pas encore suffisamment dessinée, et j'arrive à l'exploitation française.

France. — Il y eut d'abord trois Compagnies qui chacune obtinrent une concession du Ministère des postes et télégraphes. Par ordre de date, ce sont: la Compagnie Soulerin (système Blake), la Compagnie Gower, fondée par M. Roosevelt, l'introducteur du téléphone Bell en France, et la Compagnie Berthon et Cie, propriétaire du système Edison. C'est de la fusion de ces trois Compagnies qu'est sortie la Compagnie unique actuelle, qui, sous le nom de Société générale des Téléphones, a été constituée le 30 octobre 1880.

La Société est liée avec l'État par le cahier des charges de l'arrêté du 26 juin 1879, par lequel M. le Ministre des postes et des télégraphes, a autorisé l'installation et l'exploitation des communications téléphoniques.

L'arrêté vise d'abord les lois des 29 novembre 1850 et 27 décembre 1851, qui consacrent pour l'État le monopole des lignes télégraphiques. Je n'en signalerai que trois clauses principales :

1° Le réseau extérieur est établi par les soins du service des télégraphes de l'État, aux frais exclusifs de la Compagnie permissionnaire;

2° Les tarifs à percevoir par voie d'abonnement sont arrêtés par le Ministre des postes et des télégraphes, ainsi que toute modification ultérieure de ces tarifs.

Une lettre ministérielle du 25 décembre 1880 a fixé le tarif d'abonnement à 600 francs pour Paris et à 400 francs pour la province.

3° Outre un cautionnement de 25,000 francs, la Compagnie permissionnaire paie à l'État, à titre de droit d'usage du téléphone, une annuité calculée à raison de 10 0/0 des recettes brutes encaissées par l'entreprise.

Comme je l'ai expliqué, le réseau téléphonique de Paris est installé dans les égouts. Pour cette installation, la Société est obligée de soumettre le tracé de chaque ligne à la direction des travaux de la ville de Paris, qui, après examen fait des espaces occupés déjà par les conduites d'eau et de gaz, approuve ou modifie le projet, puis assigne l'emplacement nécessaire. Pour cet emplacement, la Société paie à la Ville une redevance, dont le chiffre va être arrêté par le traité soumis au Conseil municipal.

Si nous ne vivions sous un régime qui doit avoir pour principe la marche du progrès, et si, au nombre de ceux qui l'encouragent, nous ne comptions au premier rang le Ministre actuel des postes et des télégraphes, il faudrait désespérer d'organiser une exploitation téléphonique dans les conditions difficiles qui sont faites à la Société concessionnaire.

Mais, très heureusement, toutes ces difficultés sont aplanies, et, grâce au concours plein de zèle et d'obligeance que la Société rencontre dans les ingénieurs des télégraphes et de la ville de Paris, les formalités pour l'installation des lignes sont remplies avec le moins de temps possible, eu égard aux rouages encore trop compliqués de l'administration française. Les résultats suivants permettent de se rendre compte du développement relativement rapide du réseau téléphonique de Paris.

Le réseau souterrain, qui n'était que de 430 kilomètres au moment de la fusion des Compagnies, mesure aujourd'hui un développement de 820 kilomètres.

Le nombre des abonnés reliés s'est élevé de 454 à 1240, sur lesquels 905 sont reliés.

Le nombre des communications demandées en une semaine, qui était de 4000 en octobre, a atteint le chiffre de 45000 la semaine dernière; il a plus que décuplé.

Ces chiffres éloquents montrent le progrès que fait l'usage du téléphone. Auxiliaire du télégraphe, il entre tout à fait dans les mœurs. Aujourd'hui, il permet aux habitants d'une même ville de communiquer verbalement entre eux, à toute heure du jour ou de la nuit. Rien ne s'oppose à ce que d'ici à un temps peu éloigné, on puisse également parler d'une ville à une autre. Les systèmes proposés récemment par le docteur Herz et par M. Dunand, sont un pas fait vers la téléphonie à grande distance. Rien n'empêche que le réseau téléphonique, en s'étendant plus loin encore, ne couvre chaque continent, et, traversant les mers, n'embrasse le globe terrestre tout entier.

Lorsque ce jour sera arrivé, lorsqu'on pourra ainsi se parler d'un bout du monde à l'autre, lorsque, quelle que soit la distance qui les sépare, deux êtres chers l'un à l'autre pourront se faire entendre le timbre et même le souffle de leur voix, leurs rires comme leurs sanglots, ne pourra-t-on pas dire que le téléphone a véritablement supprimé l'éloignement, cette tristesse de la vie, et qu'à ce titre surtout, l'auteur de cette découverte doit être considéré comme un des bienfaiteurs de l'humanité.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. Armengaud de sa communication excessivement intéressante. Maintenant, grâce à lui, chacun d'entre nous sait parfaitement en quoi consistent l'installation et l'exploitation des lignes téléphoniques et surtout ce qu'est le réseau téléphonique à Paris.

Le Comité vient de décider l'organisation d'une Commission chargée de suivre les travaux de l'Exposition universelle d'électricité qui doit avoir lieu à Paris aux mois d'août et de septembre. Cette Commission rendra

compte à la Société des faits remarquables et intéressants qu'elle aura constatés.

Le Président de cette Commission est M. Brüll qui préside la 4e section de la chimie et de la physique.

Conformément aux usages de la Société, tous les membres qui voudront prendre part aux travaux de cette Commission devront se faire inscrire au Secrétariat, et ils seront ensuite convoqués par les soins du Président, aux diverses réunions qui auront lieu.

EXPOSITION INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ.

Ordre de classification dans lequel les objets exposés seront catalogués.

Groupe I. — production de l'électricité.

Classe 1. — Électricité statique.
Classe 2. — Piles et accessoires.
Classe 3. — Machines magnéto-électriques et dynamo-électriques.

Groupe II. — transmission par l'électricité.

Classe 4. — Câbles, fils et accessoires, paratonnerres.

Groupe III. — électrométrie.

Classe 5. — Appareils servant aux mesures électriques.

Groupe IV. — application de l'électricité.

Classe 6. — Télégraphie, signaux.
Classe 7. — Téléphonie, Microphonie, Photophonie.
Classe 8. — Lumière électrique.
Classe 9. — Moteurs électriques, Transport de forces.
Classe 10. — Électricité médicale.
Classe 11. — Électro-chimie.
Classe 12. — Instruments de précision, Électro-aimants et Aimants, Boussole, Horlogerie électrique.
Classe 13. — Appareils divers.

Groupe V. — mécanique générale.

Classe 14. — Générateurs, Moteurs à vapeur, à gaz et hydrauliques et Transmissions applicables aux industries électriques.

GROUPE VI. — BIBLIOGRAPHIE, HISTOIRE.

Classe 15. — Collections bibliographiques d'ouvrages concernant la science et l'industrie électriques, Plans, Cartes, etc.

Classe 16. — Collections rétrospectives d'appareils concernant les études primitives et les applications les plus anciennes de l'électricité.

Rappelons que la dernière limite pour la réception des demandes d'admission a été fixée au 15 avril.

Les membres admis dans la présente séance sont : MM. David (Henri), Ducloux, Foucart (Léon) et Jolant.

Séance du 22 Avril 1881.

PRÉSIDENCE DE M. Henri MATHIEU

La séance est ouverte à huit heures et demie.

Le procès-verbal de la séance du 1er avril est adopté.

M. LE PRÉSIDENT annonce la nomination de M. Deghilage (Alexandre-Louis), au grade de chevalier de la Légion d'honneur et celle de M. Cabany au grade de chevalier de l'ordre de Léopold.

Il annonce également le décès de MM. Bouvet, Fiévet, Hamoir Leneveu et Monnot.

La parole est donnée à M. Quéruel, pour sa communication sur la relation entre le diagramme de la machine à vapeur et la pesée d'eau d'alimentation.

M. QUÉRUEL prend la parole pour répondre aux observations faites par MM. Tresca, Leloutre et Farcot.

M. QUÉRUEL dit, que des observations suivies et soignées qu'il a faites, il résulte que le diagramme vrai, calculé d'après des tables qu'il a exécutées, donne à 1 pour 100 près le poids de l'eau d'alimentation. Il cite des exemples et donne des valeurs numériques. Il démontre aussi que, suivant lui, il n'a pas fait fausse route, comme l'a dit M. Leloutre, et encore moins des travaux inutiles comme l'a dit M. Tresca. Puis il donne un tableau comparatif des différentes bases de calcul, qui montre celle qui s'approche le plus de la vérité.

Répondant à des réserves faites contre le système « bi-cylindre » à

cylindrées concordantes, en faveur du système à cylindrées discordantes, M. Quéruel montre, par une série de diagrammes successifs, les causes d'infériorité du système à cylindrées discordantes, dit Compound, ou composé, sur le premier, dit Woolf.

M. Quéruel termine par l'analyse sommaire d'un mémoire concernant des expériences des plus intéressantes faites par M. Schröter, professeur de mécanique, à l'École polytechnique de Munich.

Il est dit, dans ce mémoire, que malgré les soupapes à déclic, l'admission réglée nominale 0,111 devient, pendant la marche, 0,235, nombre sensiblement conforme aux résultats du calcul fait par M. Quéruel. Sur la question de poids de vapeur, le calcul d'après les tables Quéruel a donné, également d'après la finale des diagrammes à la finale du grand cylindre (chauffé), le poids de l'eau d'alimentation jaugée à 1,25 pour 100 près.

M. Quéruel conclut des trois séries d'expériences, résultant de douze épreuves diverses faites sur différents systèmes de machines, que le *diagramme vrai* donne très approximativement le poids de la vapeur consommée, et conséquemment celui de l'eau d'alimentation.

M. Mallet ne pense pas que la concordance sensiblement complète entre le poids de l'eau d'alimentation et le poids de vapeur *indiqué* par les diagrammes puisse être présentée comme un fait normal. Car, sans contester les chiffres présentés par M. Quéruel, on peut en citer d'autres où il y a une différence très notable entre ces deux poids, et on doit ajouter qu'il n'y a pas nécessairement de relation directe entre le plus ou moins de valeur de cette différence, et la bonne utilisation de la vapeur dans la machine [1].

Voici un exemple remarquable et très récent. Une machine Perkins, c'est-à-dire, une machine établie dans un ordre d'idées conforme à celles que soutient M. Quéruel, avec forte pression, triple expansion et par conséquent modération des chutes de température dans le même récipient, celle du yacht l'*Anthracite*, a été soumise à des essais très minutieux par une commission de la marine des États-Unis.

On a trouvé une différence de 10 pour 100 entre le poids d'eau d'alimentation et le poids de vapeur *indiqué* à la fin de la course du troisième cylindre.

1. En effet, la différence en moins entre la vapeur *indiquée* par les diagrammes et l'eau d'alimentation tient, à peu près complètement, pour une machine sans fuites, à la condensation pendant l'admission suivie d'une révaporation incomplète; ces phénomènes se produisent à la suite de grandes différences entre les températures par lesquelles passent les parois du cylindre et l'expansion de la vapeur y joue un grand rôle. Dans une machine à grande détente, on pourra avoir une différence assez considérable entre les quantités ci-dessus, et cependant ne dépenser par exemple que 9 à 10 kilogrammes de vapeur par cheval et par heure, tandis que dans une machine sans détente et à faibles différences de température, telle qu'une machine à basse pression à condensation ou une machine à moyenne pression sans condensation, comme les anciennes locomotives, on pourra avoir à peu près égalité complète entre les deux poids et cependant dépenser 2 ou 3 fois autant de vapeur que dans l'autre machine.

On ne peut attribuer cette différence à l'eau entraînée avec la vapeur, attendu que la chaudière à tubes contenant l'eau avait 30 mètres carrés de surface de surchauffe pour 28 mètres carrés de surface de vaporisation, et que la fumée était à plus de 300 degrés à la base de la cheminée; bien que la surchauffe fût en réalité faible, à cause de la disposition de la chaudière, on a constaté, tout au moins, que la vapeur était absolument sèche. Il est peu probable d'ailleurs que de l'eau entraînée en faibles proportions entrant dans la machine à 215 degrés centigrades restât encore à l'état liquide à une pression inférieure à celle de l'atmosphère, après avoir traversé trois cylindres à parois chauffées.

M. MALLET se borne à cet exemple dont il a les chiffres exacts présents à la mémoire, mais il pourrait en citer bien d'autres; en tous cas, il croit devoir signaler le danger qu'il y aurait à vouloir, sous prétexte d'identité entre les deux chiffres, remplacer la pesée de l'eau d'alimentation, base indiscutable, par l'estimation du poids de vapeur indiqué par les diagrammes, mode d'appréciation qui a conduit aux erreurs les plus fâcheuses dans la question des machines à vapeur.

M. QUÉRUEL n'est nullement surpris du fait énoncé par M. Mallet, qui est le cas général de bien des machines, dont le chauffage des enveloppes est défectueux. Dans le calcul des diagrammes de la machine de la Société centrale de Pantin, essayée en Alsace, il a constaté, par suite de cette défectuosité, une disparition de poids de vapeur de 7 pour 100, entre le petit et le grand cylindre. C'est précisément le même chiffre 7 pour 100, trouvé dans une des expériences citées par M. Quéruel, où le chauffage du grand cylindre avait été supprimé. La machine Perkins avait-elle des enveloppes efficaces, ou en était-elle privée? Lors même qu'elle eût eu des enveloppes efficaces, il y avait encore une raison puissante pour expliquer la différence de 10 p. 100; c'est que la vapeur provenait d'un générateur à tubes. Or, on connaît la qualité gazeuse de la vapeur produite dans ces générateurs quasi-capillaires, dont les surfaces surchauffées constituent, au sein même de la vaporisation, l'état vésiculaire, si réfractaire à l'expansion. Elle ne peut être comparée, au point de vue de la faculté vaporisatrice, à la vapeur saturée qui tombe en mince couche sur les parois des cylindres, pour se vaporiser instantanément pendant les abaissements de pression. La vapeur du petit cylindre est humide, la vapeur du grand cylindre ne l'est jamais, suivant M. Quéruel, et à la finale la saturation est épuisée. Par ces raisons le fait énoncé par M. Mallet est, suivant M. Quéruel, conforme à l'observation; c'est un cas régi par des phénomènes particuliers, il ne pouvait en être autrement et il n'infirme nullement la règle posée, que la finale du diagramme du grand cylindre donne la mesure exacte de l'eau d'alimentation.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. Quéruel de sa communication.

La parole est ensuite donnée à M. Guitton, pour sa communication sur la fabrication industrielle de l'oxygène, par le procédé Brin frères.

M. Guitton rappelle que Boussingault a le premier signalé la propriété de la baryte, d'absorber l'oxygène de l'air à une certaine température, et de le restituer à une température plus élevée. — Gondollo a repris, en 1869, les expériences de Boussingault, mais jusqu'ici on s'est heurté à cette difficulté que, au bout d'un certain nombre d'opérations, la baryte devenait inerte et avait besoin d'être revivifiée.

D'autre part, l'oxygène n'avait pu jusqu'ici être obtenu qu'à 65 pour 100 de pureté. — MM. Brin frères, arrivent à se servir indéfiniment du même produit sans que le rendement soit diminué d'une opération à l'autre.

Les points importants qui constituent le fond du nouveau procédé sont précisés comme suit :

« 1° Préparation de l'air pour le rendre facilement décomposable par « la baryte.

« 2° Application de pompes de refoulement ou de ventilateurs ou « d'aspirateurs pour faciliter la peroxydation de la baryte.

« 3° Emploi du vide ou des pompes aspirantes pour l'extraction de « l'oxygène après la peroxydation.

« 4° Emploi de pyromètres spéciaux permettant de régler automatique- « ment la température des fours.

« 5° Enfin, préparation même de la baryte. »

M. Guitton donne ensuite la description de l'ensemble des appareils installés à l'usine de Passy, et représentés Pl. 24 *bis*.

Préparation de la Baryte.

« On se sert du sulfate de baryte BaO. SO^3 tel qu'on le trouve dans le « commerce, et qui ne coûte à la mine que 7 à 8 francs les 1,000 kilos; « mélangé à 25 pour 100 de son poids de charbon pilé, ce sulfate est porté « dans des fours spéciaux à la température du rouge blanc et transformé « par la chaleur en sulfure de barium.

$$BaO.SO^3 + 2C = (BaS + 2CO^2).$$

« On vide alors les creusets dans des bacs d'eau froide, où le produit se « dissout; on traite la dissolution par l'acide nitrique du commerce dans « des bacs en fer fermés munis d'une ouverture pour le dégagement de « HS; on enflamme celui-ci à la sortie pour ne pas en être incom- « modé. Il se forme de l'azotate de baryte. On fait cristalliser en plein « air, on dessèche, et on place les cristaux dans des creusets en terre

« réfractaire recouverts, on calcine le produit lentement dans un four « spécial.

$$BaS + AzO^5 + HO = BaO.AzO^5 + HS.$$

« Les vapeurs nitreuses s'évaporent sous forme rutilante, on les « recueille, ou on les laisse se répandre dans l'atmosphère suivant l'impor- « tance de la fabrication.

« La calcination terminée, on laisse refroidir et on obtient la baryte « caustique, que l'on s'empresse de placer dans les cornues qui servent à « la fabrication de l'oxygène, ou dans des bombonnes bien fermées. On « peut évaluer à 250 francs les 100 kil. la baryte ainsi préparée : ce « prix pourrait être réduit pour une fabrication courante et assez impor- « tante de cette matière.

« La baryte caustique est très avide d'eau et d'oxygène, elle présente « une cassure caverneuse, son aspect rappelle assez bien celui de la « pierre ponce; si on l'examine au microscope, on observe des quantités « assez considérables de cellules symétriquement disposées et figurant « assez bien une ruche d'abeilles; chose très remarquable, si on observe « le même morceau de baryte au microscope avant la peroxydation et qu'on « l'examine après une grande quantité d'opérations, 200 par exemple, on « trouve que l'état moléculaire n'est nullement altéré.

« Nous avons fait des observations de ce genre après 400 opérations et « rien n'était changé; l'important est de priver la baryte du contact de « l'acide carbonique, qui la carbonaterait, et de l'eau qui l'hydraterait « et la rendrait inerte. »

A propos du rendement en oxygène, M. Guitton dit :

« L'usine de Passy a marché nuit et jour pendant plus de trois mois, « les fours à gazogène étant chauffés au coke, et, dans ces condi- « tions on a retiré à chaque opération *quatre mètres* cubes d'oxygène par « 100 kil. de baryte traitée; on a fait en moyenne, 10 opérations par « 24 heures. Ce qui a donné un rendement de $40^{m.s}$ de gaz par 100 kil. et « par jour.

« On s'était contenté, au début, de ne travailler que sur 700 kil. de « baryte, et on n'employait pour l'extraction qu'une seule pompe; le ren- « dement journalier était, dans ce cas, de 130 à $140^{m.s}$ d'oxygène. L'ad- « jonction d'un ventilateur, qui a permis d'utiliser les deux pompes à « l'extraction et l'emploi d'une quantité de baryte deux fois plus grande, « permet de faire actuellement $50^{m.s}$ par opération, soit $500^{m.s}$ pour 10 opé- « rations faites par 24 heures. »

L'analyse montre que l'oxygène est obtenu à l'usine de Passy, à 95 pour 100 de pureté.

M. Guitton donne ensuite le tableau des frais journaliers de l'usine de Passy, et en déduit le prix de revient, qui, pour une production de $300^{m.s}$ par 24 heures, est de $0^f,649$ par mètre cube.

M. Guitton ajoute que cette même installation peut permettre, en y apportant de légères modifications, et toujours avec le même capital de 150,000 fr., de produire 1,000^{m3} par 24 heures, ce qui réduirait le prix de revient à 0^{f},215 par mètre cube.

D'après ces données M. Guitton estime que l'on peut établir une usine produisant 5,000^{m3} par 24 heures (avec un capital de 400,000 fr.), et permettant d'obtenir l'oxygène à : 0^{f},141 le mètre cube, en employant du coke, et à : 0^{f},127 le mètre cube, en employant de la houille à 26 fr. la tonne.

M. Guitton dit qu'il n'a voulu dans sa communication qu'exposer des faits sans entrer dans des considérations scientifiques. Il estime que les résultats obtenus à l'usine de Passy, permettent d'affirmer que l'on peut actuellement, obtenir de l'oxygène d'une façon industrielle et économique.

Il termine en faisant appel à tous ses collègues pour rechercher le parti qu'on pourra tirer de ce précieux agent pour la métallurgie, la papeterie, la teinture, les produits chimiques, la thérapeutique, etc.

Il rappelle que, au point de vue de la lumière, il y a des essais à tenter comme l'avait fait notre regretté collègue, Tessié du Motay, il dit à ce propos, que, d'ici peu, l'on doit faire des expériences dans ce sens à Paris, au Cirque d'Été et dans la cour du Grand-Hôtel.

M. Mallet désire présenter quelques observations sur la question de l'oxygène dont il a eu une certaine expérience, y ayant consacré beaucoup de temps et d'argent, il y a une quinzaine d'années.

Au cours de recherches chimiques dans un ordre d'idées très différent, il était tombé, par hasard, sur une réaction conduisant à la production de l'oxygène dans des conditions de simplicité assez satisfaisantes, et, entendant dire autour de lui que la préparation industrielle de l'oxygène constituait un problème d'un haut intérêt, il chercha à rendre son procédé pratique.

Ce procédé, qu'on trouve du reste décrit, sous son nom, dans la plupart des traités de chimie, emprunte, comme la plupart, l'oxygène à l'air atmosphérique; mais il présente la particularité d'être le seul où la revivification ou oxydation de la matière puisse se faire spontanément. La matière employée est le protochlorure de cuivre Cu^2Cl, qui, en présence de l'air légèrement humide, absorbe un équivalent d'oxygène et se transforme en oxychlorure $Cu\,Cl\,Cu\,O$; lequel, chauffé aux environs de 400° (on peut opérer dans le verre), dégage son oxygène et repasse à l'état de protochlorure Cu^2Cl.

La série d'opérations peut se renouveler indéfiniment, comme on s'en est assuré par des expériences répétées mentionnées dans les comptes rendus de l'Académie des Sciences de Turin (année 1866). L'auteur, étant arrivé à des résultats assez pratiques, fut fort étonné, lorsqu'il vint présenter son procédé, de s'entendre dire que l'oxygène n'était bon à rien, et n'avait aucune application. Il dut donc se résigner à chercher lui-même ses applications, et malgré les études qu'il fit pendant deux ans, tant dans l'ordre physique que dans l'ordre chimique, avec le concours d'un professeur très

distingué de Rouen, M. Laurens, il ne trouva rien ou à peu près rien où l'emploi de l'oxygène présentât un avantage sérieux sur celui de l'air atmosphérique.

Toutefois, en 1869, des industriels de la Prusse rhénane, qui cherchaient à exploiter un système d'éclairage, qu'ils avaient baptisé du nom de lumière *oxycarbonique*, vinrent trouver l'auteur et lui remirent un appareil qui fut soumis par lui à des essais et donna des résultats remarquables qui sont inédits, tout au moins en français, et méritent d'être rapportés.

Le principe du système consiste à brûler sous l'action d'un jet d'oxygène un liquide extrêmement carburé formé d'huile de pétrole contenant en dissolution de la naphtaline. M. Mallet, ayant employé successivement dans cette lampe des mélanges gazeux gradués, entre l'oxygène pur ou à peu près et l'air atmosphérique, trouva qu'alors que l'oxygène pur donnait avec la lampe une lumière de 100 bougies, on en obtenait encore 95 avec un mélange contenant 50 pour 100 seulement d'oxygène, 88 avec 44 pour 100, 64 avec 39, 44 avec 34, au-dessous la flamme commençait à devenir fuligineuse, et si on abaissait encore la proportion d'oxygène la fumée devenait insupportable.

Ces faits s'expliquent parfaitement si on remarque qu'avec l'oxygène pur la flamme est extrêmement blanche et vive, mais très petite; si on diminue la proportion d'oxygène, la lumière est moins intense, mais le volume de la flamme est plus grand et, tout compte fait, le pouvoir éclairant plus considérable. Les résultats étaient avantageux, car on obtenait 95 bougies avec une dépense à l'heure de 140 litres de mélange à 50 pour 100 d'oxygène sous la pression de 38 millimètres d'eau et 25 grammes de liquide. En mettant l'oxygène pur à 0 fr. 50 le mètre cube et le liquide à 1 franc le kilogramme, on avait les 100 bougies pour 6,3 centimes et la carcel pour 1/2 centime par heure en nombre rond.

On pouvait donc conclure de ces essais qu'il y avait peu d'intérêt, tout au moins pour cette application, à chercher à préparer de l'oxygène pur pour le diluer ensuite dans de l'air et qu'il serait préférable de chercher à *désazoter* l'air partiellement, c'est-à-dire à l'enrichir.

La voie la plus simple parut à l'auteur être dans le fait bien connu de la différence de solubilité dans l'eau de l'oxygène et de l'azote; il pensa qu'avec des dissolutions successives on pourrait obtenir, avec de la force motrice seulement, de l'air assez riche pour pouvoir être employé à produire des effets lumineux ou calorifiques.

L'air dissous dans l'eau contenant en volume 33 d'oxygène et 67 d'azote en nombres ronds, la théorie indique qu'après la seconde dissolution on aurait 52 pour 100 d'oxygène et 48 d'azote. Deux dissolutions suffiraient donc pour le système d'éclairage dont il a été question. Des essais faits, en petit, par M. Mallet, en 1869, ayant paru promettre de bons résultats, un appareil, opérant sous des pressions élevées, fut établi à Nordhausen, en Saxe, et, paraît-il, réussit assez bien pour qu'on en ait établi ensuite un second. Mais la guerre de 1870 étant survenue et le con-

cessionnaire allemand étant mort, l'auteur n'eut plus de nouvelles de l'affaire, et, ses études s'étant dirigées d'un côté absolument opposé, il a totalement laissé de côté cette question. Il doit dire toutefois qu'il a trouvé, il y a quelques années dans un journal américain, son appareil, présenté sous son nom, avec l'indication qu'il en avait été fait quelques applications aux États-Unis. Il ne lui a pas été possible de vérifier le fait.

M. MALLET, pour conclure, demande s'il n'est pas à craindre que la situation ne soit à peu près la même qu'il y a dix ou quinze ans, et que l'oxygène pur, quelque faible que soit son prix, ne trouve guère d'applications où l'emploi de l'air soit naturel, soit rendu plus actif par la compression ou l'échauffement préalable ne puisse produire les mêmes effets à meilleur compte.

M. MARCHÉ constate que les conclusions de M. Mallet ne paraissent pas encourageantes; il fait toutefois observer que la solution du problème de la production de l'oxygène, à bon marché, a été mise au concours par diverses sociétés savantes; il cite, en particulier, la Société d'Encouragement et la Société Industrielle de Rouen.

Il serait bien singulier que, une fois le résultat obtenu, on n'en trouvât pas d'applications industrielles.

La simplicité du procédé, qu'on vient de décrire, par rapport à celui de notre regretté collègue, Tessié du Motay, explique pourquoi on obtient depuis quatre mois, des résultats satisfaisants et réguliers; cette simplicité est une garantie du prix de revient promis, attendu qu'elle ne laisse pas de place à l'imprévu.

En résumé, étant admis que l'on peut obtenir de l'oxygène à 0 fr. 15 et même 0 fr. 10 le mètre cube, y a-t-il des applications industrielles susceptibles d'en consumer le volume qu'il faut fabriquer pour réaliser le prix de revient. Telle est la question pratique à poser?

M. ARMENGAUD dit que, puisqu'il a été parlé du procédé Tessié du Motay, il croit devoir ajouter quelques mots; il tient à constater tout d'abord que, conformément à l'avis de M. Marché, il estime que l'on ne doit pas fermer la porte aux inventeurs qui recherchent la production de l'oxygène à bon marché. Si, actuellement, il n'y a pas d'applications industrielles et des débouchés suffisants, on en trouvera une fois le problème bien résolu.

M. ARMENGAUD ne croit pas que, comme on l'a dit, les essais de M. Tessié du Motay, n'aient pas réussi, parce que le procédé n'était pas assez industriel. Les frais étaient sensiblement les mêmes que ceux du procédé décrit par M. Guitton, la baryte était remplacée par le permanganate de soude, et le prix de revient était d'environ 0 fr. 20 pour une production de 4,000 mètres cubes.

M. ARMENGAUD estime que la cause de la non-réussite a été ailleurs et qu'elle a tenu surtout à la difficulté du transport de l'oxygène sur le lieu d'emploi, par suite du refus d'autorisation pour l'établissement d'une canalisation spéciale dans Paris. Dans ce cas, on doit pour transporter

l'oxygène le comprimer à 10 ou 12 atmosphères, ce qui, joint au coût du matériel nécessaire pour le transport, entraîne à de fortes dépenses. C'est là la cause principale de l'échec du procédé Tessié du Motay, en France.

M. Armengaud pense qu'il y a peu à espérer au point de vue de l'utilisation de l'oxygène par la métallurgie, car avec l'air chauffé on obtient toutes les hautes températures nécessaires; mais il croit que les recherches doivent être surtout poussées vers le blanchiment.

M. Badois dit que, l'air contenant 1/5 d'oxygène, cinq volumes d'air peuvent remplacer un volume d'oxygène pur et que l'air ne coûtant rien, il y aura, dans la plupart des cas, désavantage, au point de vue du prix, à employer l'oxygène pur; suivant lui, l'emploi en serait restreint aux cas où la présence de l'azote est nuisible.

M. Fichet dit que, avec l'air ordinaire l'azote emmagasine une certaine quantité de chaleur et lui sert de véhicule pour le transporter au loin, ce qui permet d'égaliser la température, il n'en est plus de même avec l'oxygène pur.

M. Fichet demande si M. Guitton peut lui donner des renseignements sur des essais de production de lumière qu'il croit avoir été faits avec le nouveau produit.

M. Guitton répond, qu'il n'est pas en mesure de donner des renseignements complets sur la question; toutefois, il signale que l'on a obtenu de bons résultats par la combustion directe des petits crayons de graphite; la fixité est parfaite, c'est un champ que l'on va expérimenter.

Le but de sa communication est de signaler à l'industrie, que l'on peut obtenir pratiquement de l'oxygène pur, et de demander si l'on peut en tirer un parti industriel.

M. Derenne signale l'intérêt que présenterait l'emploi de l'oxygène pour l'éclairage au moyen des huiles lourdes de pétrole.

Les pétroles sont des carbures d'hydrogène appartenant à une série homologue, dont le premier terme est le gaz des marais; l'examen des formules chimiques suffit pour montrer qu'à mesure qu'on s'élève dans la série, la quantité d'air nécessaire pour brûler un volume de vapeur augmente considérablement. Avec le pétrole ordinaire de densité 0,800, la quantité d'air que fait affluer le tirage des lampes, est en rapport avec celle qui est nécessaire pour la combustion. Avec un pétrole lourd, la vapeur carburée ne peut plus être entourée d'une atmosphère assez oxydante et la flamme devient fumeuse. En se servant de lampes à courant d'air forcé on a pu avoir des foyers lumineux puissants, de grand volume, et d'un éclat modéré, qui ont été appliqués à l'éclairage d'usines et d'ateliers; mais l'emploi de l'oxygène aurait des avantages évidents.

Les huiles lourdes de pétrole sont à bas prix, et contiennent, pour ainsi dire, un grand pouvoir éclairant latent dont on ne sait pas tirer parti, comme cela avait lieu, autrefois, pour l'huile de colza, avant l'invention des

lampes à double courant d'air. La Russie méridionale produit depuis trois ou quatre ans d'immenses quantités de pétroles lourds; des prix assez importants ont été proposés pour les inventeurs, qui trouveraient des appareils pour les appliquer avantageusement à l'éclairage.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. Guitton de son intéressante communication.

La parole est donnée à M. Douau pour sa communication sur les ports de Marseille.

M. DOUAU. Dans ses séances des 10, 15, 17 et 19 mars dernier, la Chambre des députés a examiné un projet de loi ayant pour objet la création de bassins nouveaux au sud de Marseille; après une longue discussion, la question a été renvoyée pour être soumise à une nouvelle enquête, et en cet état nous venons, sur l'initiative de M. le Président, vous présenter les projets qui ont fait l'objet de cette discussion et qui, au point de vue de l'ingénieur, ont un intérêt sur lequel il est inutile d'insister longuement.

Le but de nôtre communication est donc de vous faire connaître les deux projets en présence, laissant à la discussion le soin de déterminer les avantages et les inconvénients qu'ils peuvent avoir, ainsi que les modifications qui pourraient y être utilement apportées; modifications nouvelles profitables aux travaux eux-mêmes et au pays tout entier, surtout si l'on se reporte aux observations formulées dans la remarquable communication faite par notre collègue, M. Hersent, sur les travaux du port d'Anvers.

Exposé. — Le port de Marseille comprend, dans son état actuel :

1° L'ancien port et ses annexes;

2° Une série de bassins construits successivement le long de la côte, entre le fort Saint-Jean et le cap Pinède, dont les derniers ne sont point encore terminés.

La surface d'eau utilisable, quand tous les ouvrages prévus seront achevés, sera de 125 hectares et la longueur des quais sera de 13,000 mètres, alors que leur développement est seulement, en ce moment, de 8,514 mètres.

Mais ces installations ne semblent pas devoir répondre d'une manière suffisante aux exigences de l'avenir, alors qu'il s'agit d'un port dont le tonnage depuis 43 ans s'accroît, en moyenne, d'environ 100,000 tonnes par an. En effet, en prenant pour base, l'augmentation que nous venons d'indiquer, il en résulterait qu'en 1888, les moyens dont on dispose seraient juste suffisants pour assurer le service des marchandises à cette époque; et qu'à partir de ce moment on se trouverait en présence d'exigences nouvelles auxquelles il faut, par avance, pouvoir donner satisfaction. C'est en cet état que les ingénieurs de l'État ont étudié un projet de nou-

veaux bassins qui seraient placés au sud du port de Marseille, et nous rappellerons que le système proposé reproduit la combinaison adoptée pour la construction de bassins au nord, consistant dans une série de bassins se succédant le long de la côte et fermés du côté du large par une digue extérieure.

Voici du reste quelques renseignements complémentaires sur le projet présenté par le Gouvernement.

Dans le premier avant-projet, la digue d'enceinte se prolongeait, sur 2,400 mètres de longueur, à peu près parallèlement à la côte comprise entre la pointe du Pharo et celle d'Endoume; on séparait ainsi de la mer en avant des quais de rive à construire, par des fonds d'au moins 7 mètres, une surface d'eau de 1,600 mètres de longueur sur 520 mètres de largeur, soit une superficie de 83 hectares 20 ares; une autre digue, faisant avec la première un angle de 95° et passant à l'extrémité des îles d'Endoume, terminait le port au sud, en laissant une passe de 100 mètres de largeur. Au nord, la digue s'infléchissait vers la côte sur 650 mètres de longueur, de manière à laisser une seconde passe de 100 mètres, du côté de la pointe de Carinade.

Après avis de la Commission des inspecteurs généraux chargée d'examiner cet avant-projet, les modifications suivantes furent apportées : dégagement de la passe nord du côté de la pointe du Pharo; écartement, à 250 mètres au delà des îles d'Endoume, de la digue du sud. La dépense des premiers travaux était évaluée à 33 millions.

Après les formalités de l'enquête nautique, une nouvelle rectification fut faite; le nouveau bassin devait être complètement fermé au nord par le raccordement de la digue à la pointe de la Carinade; la traverse sud devait être reportée sur la roche des Pendus et deux môles de 250 mètres et de 150 mètres complétaient les dispositions intérieures du bassin, dont la surface était ainsi portée à 29 hectares, avec un développement de quai de 3,030 mètres; l'avant-port d'Endoume, ayant de plus, une surface de 33 hectares et une longueur de quai de 870 mètres.

En ce qui concerne la fermeture de la passe nord, le Conseil général des ponts et chaussées en proposa le rétablissement : « en décidant que la largeur de cette ouverture serait déterminée par expérience, la digue « extérieure n'étant prolongée, vers la pointe de la Carinade, que progressivement et arrêtée quand on reconnaîtrait que le ressac commence à « augmenter, au détriment de l'avant-port, contre la pointe du Pharo. »

L'administration fit alors procéder aux formalités de l'enquête d'utilité publique, et nous devons faire connaître les modifications demandées par les intéressés :

1° Augmentation de la surface d'eau du bassin et de la longueur utilisable des quais, par le creusement de 10 hectares environ dans l'anse des Catalans et la plaine Saint-Lambert;

2° Fermeture complète de la passe nord ;

3° Établissement d'une communication entre le nouveau bassin et les ports actuels par un large canal, aboutissant *au-dessous* du bas fort Saint-Nicolas.

Le Conseil général des ponts et chaussées appelé de nouveau à délibérer ne donna pas son approbation à la création d'un bassin dans le vallon des Catalans, en reconnaissant toutefois la nécessité d'un canal reliant les bassins au vieux port. Le projet fut rectifié en conséquence par l'addition d'un canal de 845 mètres de long passant au-devant du fort Saint-Nicolas, en maintenant toutefois la passe nord; les dépenses totales étaient évaluées à 51 millions.

Nous allons maintenant donner les renseignements relatifs aux autres projets présentés, ceux de M. Marius Michel et de M. Deshorties de Beaulieu.

Le projet de M. Marius Michel comprend les ouvrages suivants :

1° Une jetée de 1,300 à 1,400 mètres de longueur enracinée sur la jetée extérieure de la Joliette, au droit de la traverse de la Major et se développant devant l'avant-port à 250 mètres au large de la pointe du Pharo;

2° Un brise-lames d'environ 700 mètres de longueur, passant par la balise du Canoubier, dirigé du S.-E. au N.-O. et destiné à protéger la passe nouvelle contre les vents du S.-O.;

3° Élargissement à 180 mètres environ de la passe de la Major, qui ne mesure actuellement que 36 mètres;

4° Établissement, dans l'avant-port sud actuel ainsi abrité de toutes parts, de quais et de môles affectés aux opérations de commerce.

Comme contre-partie, le concessionnaire serait autorisé à combler l'extrémité Est du vieux port, jusqu'à la ligne passant par l'Hôtel de Ville et la rue du fort Notre-Dame de la Garde, il construirait un nouveau quai dans cette direction; le canal de la Douane serait supprimé. Enfin le fort Saint-Jean et le bas fort Saint-Nicolas seraient rasés, et le canal de communication entre le vieux port et la Joliette serait ramené à une largeur uniforme, par la suppression du bassin de stationnement qui n'a pas une profondeur suffisante.

En passant, nous ferons remarquer que nous indiquons seulement ce qui a trait à l'exécution technique, les combinaisons financières et autres devant, en ce qui nous touche, être écartées de notre communication.

Ce projet, présenté à la Commission d'inspecteurs généraux chargée de donner son avis sur celui préparé par l'Administration, fut écarté ainsi que celui de M. Deshorties dont allons vous entretenir.

Le projet de M. Deshorties établit un bassin de 28 hectares dans la plaine des Catalans, à l'abri des collines de la réserve et du fort Saint-Nicolas; un canal contournant ce dernier établit la communication entre ce bassin et le vieux port en traversant le bassin du Carénage.

A partir de la pointe du Pharo, une jetée de 125 mètres de large contourne la côte à une distance de 130 mètres, de façon à faire un large canal reliant le bassin des Catalans au port d'Endoume situé en face de

l'anse de ce nom. Le port d'Endoume a un bassin de 9 hectares qui, ajoutés aux 7 du grand canal, constituent avec le bassin des Catalans un ensemble de 43 hectares de surface d'eau et de 4,640 mètres de quais tous réunis à la terre ferme.

A partir du rocher des Pendus, la jetée se rétrécit un peu et se dirige au S. et au S.-S.-E. Enfin ce projet se complète par la création d'un port à Loriol ayant une surface de 32 hectares, et une longueur de quais utilisables de 3,950 mètres; les travaux en sont estimés à 41 millions.

Observations. — Avant de passer à l'examen plus détaillé des projets dont nous venons de faire connaître l'économie générale, il nous paraît nécessaire de présenter quelques observations qui permettront de se rendre compte plus facilement des critiques et des objections soulevées.

Tout d'abord, nous ferons remarquer qu'à Marseille les vents de N.-O. sont les plus fréquents, et le vieux port seul est à l'abri du mistral; partout ailleurs on s'y trouve plus ou moins exposé, et dans les bassins du nord il en résulte des difficultés nombreuses pour procéder aux opérations de chargement et de déchargement. On avait pensé pouvoir prolonger au delà du cap Janet les bassins actuels, mais on a constaté que passé ce point la violence des vents de N.-O. est encore plus considérable, et il en résulte comme conséquence, que c'est au sud seulement que l'on doit chercher à établir les nouveaux bassins pour remédier à l'insuffisance *déjà relative* de ceux qui existent actuellement.

Une deuxième remarque, importante à faire, c'est que la majorité du mouvement des bâtiments qui entrent ou qui sortent du port de Marseille est dans la direction du sud, les manœuvres que les navires ont à faire, soit à l'entrée, soit à la sortie, sont donc toujours gênées par le vent de mistral, et dans certains cas les navires des Messageries, ne pouvant entrer dans le port, sont obligés d'aller se réfugier à la Ciotat.

Actuellement les passes d'accès sont les suivantes :

1° A l'ouest des îles du Frioul;

2° Entre les îles du Frioul et le château d'If, avec une largeur de 400 mètres;

3° Entre le château d'If et le Canoubier, avec une largeur de 750 mètres; c'est la route suivie par les grands paquebots à vapeur;

4° Enfin entre le Canoubier et les îles d'Endoume, fréquentée par les navires à vapeur ordinaires et les voiliers. Cette dernière est pour ainsi dire une *passe de salut* pour les navires qui, cherchant à entrer dans le port par les vents de N.-O. et qui, serrant au plus près la pointe du Pharo, n'ayant pu arriver à la franchir, se trouvent être affalés du côté de la terre; l'utilité de cette passe est incontestable, car elle permet aux navires de se réfugier au sud des îles d'Endoume dans la rade de ce nom.

Passons maintenant aux observations formulées sur chacun des projets :

I. *Projet du Gouvernement.* — Les critiques soulevées contre ce projet peuvent se résumer comme suit :

1° Les bassins sud auraient, comme ceux du nord, le grand inconvénient d'être exposés aux vents dominants du N.-O., il y aurait donc peu de sécurité pour les navires en stationnement, les déplacements y seraient difficiles ou impossibles et la manutention des marchandises souvent entravée.

Nous ferons simplement remarquer, à ce sujet, que c'est là un inconvénient provenant de la situation topographique des lieux, c'est donc une situation de *fait* sur laquelle nous n'avons pas à insister davantage.

2° La grande digue extérieure serait un danger permanent et sérieux pour la navigation, et il y a de graves inconvénients à supprimer la passe existante du Canoubier.

C'est là une objection sérieuse, en raison même de la fréquence des mouvements de navires par les passes du sud, et les officiers de marine se sont prononcés d'une manière formelle contre la suppression de cette passe.

3° La digue produirait un fort ressac dans l'avant-port de la Joliette.

4° La passe laissée au nord serait impraticable, laisserait entrer la houle dans le bassin, et ne constituerait pas véritablement la communication qui doit nécessairement exister entre les bassins du sud et les autres ports.

Il est évident que sous l'action des vents de N.-O. la houle pénétrera dans les bassins, et les inconvénients qui en sont la conséquence ne nous paraissent point discutables; en créant cette ouverture on a eu pour objet de remédier au ressac qui viendrait se produire dans l'avant-port et en restreindre l'accès.

Nous constaterons, en outre, que dans ce projet l'on n'a tenu aucun compte des vœux formulés par la commission d'enquête, excepté en ce qui touche le canal de communication entre le nouveau bassin et le vieux port; mais le tracé adopté nécessitera, sans aucun doute, la création de nouvelles défenses militaires, les actions de celles existantes se trouvant neutralisées en partie. Aussi les protestations ont-elles été nombreuses et nous nous bornerons à indiquer sommairement les plus importantes.

Dans la réunion des conférences mixtes, le contre-amiral major de la marine, et le directeur des travaux hydrauliques, se sont montrés les adversaires du projet du Gouvernement; le directeur militaire, estimait que son adoption entraînerait à de grosses dépenses supplémentaires pour protéger les nouveaux ports, et qu'il était nécessaire de rapprocher la jetée de terre.

La Chambre de commerce, avant d'émettre un avis, avait pris conseil d'une commission composée de seize marins, capitaines au long cours et un pilote major; après délibération, la Chambre faisait connaître au Préfet qu'elle repoussait absolument le projet présenté par M. l'ingénieur en chef du service maritime.

Les officiers, délégués par le comité des Compagnies d'assurances de Marseille, protestent également, dans une lettre qu'il serait trop long de reproduire ici, et dans laquelle ils examinent et discutent chacun des points que nous avons signalés.

Viennent ensuite la protestation de la *Société de défense du commerce et de l'industrie*, celle de la Compagnie des services maritimes, d'autres encore; nous les mentionnons seulement, mais il nous a paru nécessaire de les indiquer, pour présenter la question d'une manière aussi complète que possible.

II. *Projet de M. Marius Michel.* — Nous aurons quelques mots à dire seulement sur ce projet, qui nous paraît avoir été abandonné même par son auteur; nous n'avons pu recueillir que des renseignements très sommaires, et nous nous bornerons à faire connaître l'avis émis par la commission des inspecteurs généraux des ponts et chaussées, chargée d'examiner le projet du Gouvernement.

La commission a pensé que les dispositions en seraient très dangereuses pour la navigation des voiliers, et rendrait presque impraticable pour eux l'entrée du vieux port; de plus on supprimerait une partie de ce dernier et ce serait certes une mesure très regrettable; enfin la suppression des forts Saint-Jean et Saint-Nicolas soulèverait de nombreuses difficultés de la part de l'autorité militaire.

III. *Projet de M. Deshorties.* — Ce projet a été vigoureusement défendu devant la Chambre, et il se présentait concurremment avec celui du Gouvernement. Il a soulevé de nombreuses réclamations de la part de l'administration, mais sans vouloir, en aucune façon, mettre en doute l'impartialité de tous ceux qui ont eu à se prononcer sur la question, nous sommes dans la nécessité de constater qu'il y avait là une situation très délicate à trancher, puisque les mêmes ingénieurs se trouvaient être à la fois juge et partie, et en effet, c'est M. l'ingénieur en chef, auteur du projet du Gouvernement, qui est chargé par M. le Ministre des travaux publics de discuter celui dont il nous reste à vous entretenir.

Il nous a paru tout d'abord convenable de reprendre, en ce qui concerne le projet de M. Deshorties, les objections présentées contre celui du Gouvernement.

1re Objection. — *Action des vents du nord-ouest.* — Il est bien évident que l'action des vents du N.-O. se fera sentir, mais dans une mesure moindre; le bassin des Catalans sera abrité en partie ainsi que celui de l'Oriol; l'inconvénient se trouve donc diminué sans disparaître complètement.

2e Objection. — *Suppression de la passe du Canoubier.* — Cette objection disparaît, la passe étant maintenue.

3e et 4e Objections. — *Ressac le long de la digue; passe nord à l'extrémité de celle-ci.*

L'orientation différente de la digue extérieure nous montre que le ressac se fera moins sentir dans l'avant-port de la Joliette; quant à la passe nord, elle est supprimée et avec elle les inconvénients qui en résultent.

En résumé, si certains inconvénients se rencontrent dans les deux projets, ils résultent surtout d'une situation géographique et topographique particulière, et, en cet état (ne pouvant les faire disparaître complètement), on a cherché à en diminuer l'importance; c'est ainsi que dans le contre-projet on a atténué la 1re et la 3e objections formulées, et on a fait disparaître les deux autres; de plus, on a créé le bassin des Catalans, qui avait été réclamé par la Commission d'enquête et qui est presque un port intérieur.

Il nous reste, pour compléter cette communication, à faire connaître les objections formulées dans les rapports des ingénieurs de l'État, ce sont les suivantes :

1° *Suppression du bassin de Carénage.* — Nous ferons remarquer que les opérations dans ce bassin se font toujours près des murs de quai, et qu'en cet état le passage n'étant pas très fréquent, l'inconvénient signalé ne nous paraît pas avoir une grande importance;

2° *Suppression de la gare du chemin de fer du Vieux-Port.* — Cette gare est en planches, et, comme par sa situation elle se raccordera tout naturellement et très facilement avec les nouveaux quais du bassin des Catalans, la Compagnie, propriétaire de cette gare, se trouve directement intéressée à la réalisation du projet qui développera son trafic.

Nous devons d'ailleurs faire remarquer que c'est surtout en ce qui touche les prix d'établissement que la discussion a été des plus vives, et que la plupart des objections formulées dans le rapport de M. l'ingénieur en chef du service maritime tendent à prouver que les dépenses du projet Deshorties seront très élevées. Nous pensons donc qu'en ce qui touche ces observations, ressortant plus spécialement du domaine purement financier, nous aurons simplement à les rappeler, estimant que lorsqu'il s'agit de la création de ports dans notre première ville maritime l'on ne doit pas hésiter, si cela est nécessaire, à faire quelques sacrifices de plus, pour doter Marseille d'aménagements tels que les navires ne continuent pas à donner la préférence à certains ports de l'Italie. Les dépenses, qui seront ainsi faites, seront fructueuses et rapporteront au pays des bénéfices que nous concevons tous parfaitement, sans qu'il y ait lieu d'insister davantage.

Cette digression faite, revenons aux observations que nous avons commencé d'énumérer :

3° *Difficulté d'établir les magasins, hangars, ateliers, etc., au niveau des quais du bassin des Catalans, par suite de l'élévation des terrains avoisinants;*

4° *Acquisition des terrains pour le bassin des Catalans;*

5° *Communication difficile entre le bassin des Catalans et l'avant-port d'Endoume.* — Cette communication est établie par un canal ayant 130 mètres de largeur, qui nous paraît suffisante pour les manœuvres des navires;

6° *Avant-port d'Endoume défectueux avant que l'on fasse les bassins de l'Oriol.* — Cet avant-port est exposé aux vents du sud et du sud-ouest, et, dit le rapport, sa digue extérieure n'est pas assez longue; c'est là un inconvénient auquel il nous paraît facile de remédier, en la prolongeant et en modifiant un peu sa direction;

7° *Mêmes inconvénients que ci-dessus, lorsque le bassin de l'Oriol sera fait.* — Nous venons de faire une remarque à ce sujet, et nous croyons inutile d'y revenir.

Enfin on estime que le bassin de l'Oriol ne sera pas exempt de défaut, et l'on ajoute que les bâtiments venant du sud auront à le franchir pour se rendre aux Catalans. Il nous semble qu'ici une erreur a été commise, puisque les navires pourront toujours entrer directement par le port d'Endoume sans avoir à franchir le bassin de l'Oriol.

Quant à l'avant-port de ce dernier bassin, on trouve que sa digue extérieure n'est pas assez longue et qu'elle est encore trop dirigée vers le sud; ce défaut a déjà été signalé en ce qui touchait l'avant-port d'Endoume, et il est très facile d'y porter remède.

On trouve enfin que la distance du bassin de l'Oriol à la Bourse est plus grande que celle existant pour les bassins du nord; nous ferons observer que les navires pourront s'abriter dans le bassin des Catalans, le canal maritime et l'avant-port d'Endoume à 1,500, 2,000 et 3,000 mètres de la Bourse, tandis que du côté nord l'extrémité du port National est à 3,800 mètres de cet établissement; le reproche ne s'applique donc qu'au port de l'Oriol, proprement dit, mais nous estimons qu'avec les moyens nouveaux dont on dispose : télégraphe, chemins de fer, etc., l'objection perd la plus grande partie de sa valeur.

Nous venons de faire connaître les différents projets soumis à la discussion de la Chambre, il reste maintenant à examiner, si au point de vue des aménagements qui sont indispensables pour assurer la manutention facile et économique des marchandises, de notables modifications ne devraient pas être adoptées, c'est là un point de la compétence spéciale de l'ingénieur et dont la Société ne saurait se désintéresser.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. Douau de son intéressante communication, et vu l'heure avancée, la discussion est renvoyée à la prochaine séance.

Les membres admis dans la présente séance sont : MM. Brard, Fontaine, Gayda, Germond, Hutteau, Laminière (de), Meyer, Montero-Paullier et Viry, comme membres sociétaires.

CHRONIQUE

SOMMAIRE. — Expériences sur la machine système Perkins du steamer l'*Anthracite*. — Concours de chauffeurs en Allemagne. — Nouvelle locomotive pour voyageurs du Pensylvania-Railroad. —| La chute du viaduc du Solway. —Les ponts sur le Niagara. — Les progrès récents de la lumière électrique.

Expériences sur la machine système Perkins du steamer l'Anthracite. — Le système Perkins est caractérisé par l'emploi de pressions extrêmement élevées, combiné avec celui de l'expansion en cylindres successifs et de la condensation par surface, le tout réalisé au moyen de dispositions spéciales de machines et de chaudières. Ce système, proposé depuis longtemps déjà et essayé à plusieurs reprises, a de nouveau attiré l'attention dans ces dernières années et a reçu plusieurs applications, qui ont éprouvé des fortunes diverses et donné lieu à des appréciations très contradictoires.

On peut citer entre autres les machines du *Wanderer*, du *Loftus Perkins*, et enfin celle toute récente du yacht l'*Anthracite*. Ce dernier navire est de faibles dimensions, il a 26^{m},33 seulement de longueur entre perpendiculaires sur 4^{m},90 de largeur, 3^{m},10 de creux et 2^{m},75 de tirant d'eau; il est mû par une hélice à deux ailes de 1^{m},850 de diamètre et 2^{m},75 de pas.

Nous allons décrire rapidement la machine et la chaudière pour faire comprendre les particularités essentielles du système.

La machine est à pilon avec deux appareils agissant chacun sur un coude de l'arbre de l'hélice et les deux coudes étant, comme d'habitude, à angle droit.

Le premier appareil se compose de deux cylindres à simple effet superposés, la vapeur de la chaudière agissant d'abord sur la partie supérieure du premier piston et passant de là à la partie inférieure du second piston; le second appareil est un cylindre à double effet, dont le piston reçoit alternativement sur ses deux faces l'action de la vapeur provenant du premier appareil; il y a donc triple effet de la vapeur.

Le premier piston à 0^{m},198 de diamètre, le second 0^{m},408 et le troisième 0^{m},637. La course est de 0^{m},382 pour tous.

Les deux premiers étant à simple et le troisième à double effet, les volumes respectifs engendrés par les pistons en tenant compte de leurs tiges sont 1,000, 4,262 et 17,202.

On voit que si on admet la vapeur pendant la moitié de la course du

premier piston, l'expansion totale se trouve de trente-quatre volumes (espaces neutres non compris).

La distribution se fait dans les deux premiers cylindres au moyen de soupapes de Cornouailles, et dans le troisième par un tiroir ordinaire avec tiroir de détente superposé; ces appareils sont commandés par des excentriques doubles et des coulisses de Stéphenson.

Les cylindres et leurs fonds sont enveloppés de vapeur dans un système particulier à M. Perkins, et employé par lui depuis longtemps. La vapeur circule dans des serpentins en fer, noyés dans la fonte du cylindre et de son couvercle.

Le condenseur à surface a également une disposition particulière; les tubes en fer galvanisé sont fermés à l'extrémité opposée à la plaque de tête, d'autres tubes de plus petit diamètre ouverts aux deux extrémités, et pris par l'une dans une seconde plaque de tête, pénètrent dans les premiers. L'eau de refroidissement arrive par les tubes centraux et ressort par l'espace annulaire, les tubes sont disposés verticalement. L'eau de refroidissement est refoulée par une pompe de circulation verticale et à simple effet, mue par un balancier articulé sur la tige du troisième cylindre.

Ce système de condenseur à surface utilise bien l'eau de condensation et évite les difficultés résultant pour les joints de la dilatation des tubes, en permettant de faire les joints des tubes absolument étanches; mais il utilise mal la surface et conduit à un accroissement de poids; le changement brusque de direction de l'eau augmente considérablement le travail absorbé par la pompe de circulation. La surface de condensation de l'*Anthracite* (tubes extérieurs) est de 39,25 mètres carrés.

La chaudière est à tubes contenant l'eau, avec enveloppe extérieure formée de deux tôles contenant entre elles du noir végétal, l'épaisseur de l'enveloppe est de $0^m,10$.

Les tubes sont en fer de 57 millimètres de diamètre intérieur et de 9,6 millimètres d'épaisseur. La moitié environ de la surface tubulaire sert à la production et l'autre moitié au surchauffage de la vapeur.

La chaudière a $1^m,60$ de longueur, $1^m,50$ de largeur et $2^m,80$ de hauteur; la surface de grille est de 1,42 mètre carré, la surface de chauffe de vaporisation de 28, et la surface de chauffe de surchauffage de 30, total 58 mètres carrés comptés à l'extérieur des tubes.

La chaudière contient 290 litres d'eau, elle pèse vide 6,976 kilogrammes.

L'appareil moteur complet avec l'hélice, mais sans l'eau dans la chaudière, pèse 25,300 kilogrammes. Il y a un réservoir à eau douce contenant 125 litres pour réparer les pertes d'eau de la chaudière.

La machine de l'*Anthracite* a été soumise à des expériences faites en mai 1880, en Angleterre, par l'éminent ingénieur M. F.-J. Bramwell, membre de notre Société. Les résultats ont été extrêmement favorables. Le navire a été envoyé en Amérique, et malgré ses très petites dimensions a parfaitement traversé l'Atlantique avec, dit-on, une consommation de 19 tonnes de charbon pour aller en dix-neuf jours à la vapeur, d'Angle-

terre à Terre-Neuve. La puissance indiquée étant en moyenne de 80 chevaux, la consommation serait de 0k,521 par cheval indiqué et par heure. En août 1880, il a été soumis à une nouvelle série d'expériences par une Commission de la marine des États-Unis, présidée par l'ingénieur en chef Loring.

Les résultats de ces essais ont été absolument différents des premiers, et nous trouvons, dans le *Journal of the Franklin Institute*, une intéressante note de M. Isherwood, ingénieur en chef de la marine des États-Unis, sur cette question.

Les essais qui font l'objet de cette note ont été exécutés dans l'arsenal de New-York, le navire étant amarré; ils ont duré 23 heures et 58 minutes consécutives. On brûlait du charbon demi-bitumineux du Maryland.

On pesait le charbon, ainsi que les résidus de la combustion, cendres, escarbilles, etc.

On jaugeait l'eau d'alimentation, et on eut soin d'avoir à la fin de l'essai le niveau d'eau et l'état du feu dans les mêmes conditions qu'au début. Un compteur enregistrait le nombre de tours de l'arbre; on notait, toutes les demi-heures, la pression à la chaudière et au réservoir intermédiaire, le vide au condenseur et la hauteur du baromètre; enfin, on relevait également toutes les demi-heures un jeu complet et simultané de diagrammes d'indicateur, savoir : un au premier cylindre, un au second, et un sur chaque extrémité du troisième.

On obtenait la pression moyenne en mesurant l'aire des diagrammes au moyen d'un planimètre. Les expériences ont été faites avec le plus grand soin; il n'y avait aucune fuite et la machine était dans d'excellentes conditions de fonctionnement.

Nous donnons seulement les chiffres les plus intéressants provenant de cette expérience; la note de M. Isherwood en renferme un très grand nombre, mais beaucoup se rapportent à un ordre de considérations particulier, dont nous ne pouvons ici que donner une idée.

L'auteur américain considère trois espèces de travail développé dans la machine : 1° le travail *indiqué* résultant de la pression moyenne obtenue des diagrammes d'indicateur; 2° le travail *net* provenant de la pression moyenne indiquée, diminuée de 0k,141 par centimètre carré, pour tenir compte des résistances propres de la machine (expression qui, par parenthèse, nous semble absolument hypothétique), et 3° enfin, le travail *total* estimé au moyen de la pression moyenne *totale*, qui est la somme de la pression indiquée sur le piston, et de la contre-pression, qui agit sur lui.

M. Isherwood fait observer que, dans la machine Compound, la contre-pression derrière le piston du petit cylindre est plus ou moins transmise au grand cylindre; par conséquent une partie du travail indiqué développé par le grand piston est en réalité développée par le petit; la seule portion du travail du grand piston réellement produite par lui est celle qui correspond à la surface de ce piston diminuée de celle du petit, et la puissance totale développée par le grand piston est celle qui corres-

pond à la surface annulaire ainsi produite et à la pression totale formée de la somme des pressions indiquées sur le grand piston et derrière le petit.

Nous avons dû faire un résumé de tous ces chiffres et nous nous bornerons à présenter les résultats rapportés à la puissance indiquée qui est comprise de tout le monde, et qui se prête le mieux aux comparaisons.

Durée de l'expérience		23h.58m
Dépense totale	Charbon	1993 kil.
	Résidus	351
	Combustible net	1642
	Eau d'alimentation	15907
Eau vaporisée	Par kilog. de charbon	7,98
	Par kilog. de combustible	9,69
Nombre de tours par minute		103.03
Pression absolue	A la chaudière	23.28 kil.
	Au réservoir intermédiaire	1.77
Vide au condenseur		0m.682
Hauteur moyenne du baromètre		0m.766
Expansion totale réelle		25.71
Puissance indiquée	1er cylindre	20.431 chev.
	2e cylindre	7.829
	3e cylindre	39.448
	Totale	67.708
Charbon brûlé	Par heure	83,16 kil.
	Par mètre carré de grille	58,56
	Par mètre carré de surface de chauffe : de vaporisation	2,97
	Par mètre carré de surface de chauffe : totale	1,43
	Par cheval indiqué	1,228
Eau vaporisée	Par heure	662.00 kil.
	Par mètre carré de surface de chauffe : de vaporisation	23.64
	Par mètre carré de surface de chauffe : totale	11.41
	Par cheval indiqué	9.79
Combustible pur par cheval indiqué		1.011
Eau condensée par mètre carré de surface et par heure		16.86

Nous croyons intéressant d'ajouter les pressions aux phases principales de la course des trois pistons, en rappelant que la pression absolue de la vapeur à la chaudière a été en moyenne de 23k,28.

Pression absolue.	1er cylindre.	2e cylindre.	3e cylindre.
Au commencement de la course	14k.15	4.22	1.95
A la fin de l'admission	11 .88	»	1.57
A la fin de la course	6 .43	2.20	0.67
Contre-pression moyenne	3 .23	2.18	0.26

On voit que la différence de pression entre la chaudière et le premier cylindre est énorme, bien que la valve fût ouverte en grand pendant toute la durée de l'expérience, et que les chutes de pression d'un cylindre à

l'autre sont considérables, ce qui tient en grande partie au volume relatif important des espaces neutres et passages, et aussi à la condensation intérieure.

La pesée de l'eau d'alimentation et l'observation des diagrammes fournit de précieux renseignements sur la condensation intérieure aux cylindres; ainsi, si on calcule, d'après les diagrammes d'indicateur, le poids de vapeur existant dans les différents cylindres, on trouve les différences suivantes:

Eau vaporisée à la chaudière	100.00
Vapeur sensible au premier cylindre à la fin de l'admission	43.24
Vapeur sensible au premier cylindre à la fin de la course	43.78
Vapeur sensible au second cylindre à la fin de la course	61.59
Vapeur sensible au troisième cylindre à la fin de la course	89.95

Ces chiffres permettent d'apprécier l'énorme condensation qui se produit dans les cylindres; bien que la plus grande partie de l'eau condensée soit revaporisée dans le passage à travers les divers cylindres, il en reste encore une portion notable qui ne se retrouve pas à la fin.

Le serpentin noyé dans les parois du cylindre qui remplace l'enveloppe de vapeur est, d'après M. Isherwood, très peu efficace, à cause de la difficulté de la transmission du calorique et du trajet considérable que doit faire la vapeur; ce système n'a pas un effet égal à plus de la moitié de celui d'une enveloppe ordinaire; son seul avantage est de renforcer les parois du cylindre au point de vue de la résistance; de plus, sur l'*Anthracite*, la vapeur condensée dans les serpentins est renvoyée au condenseur et on perd la plus grande partie de la chaleur qu'elle conservait.

M. Isherwood exprime le regret de n'avoir pu faire qu'une expérience sur l'*Anthracite;* il eût été intéressant de pouvoir procéder méthodiquement à la recherche des pressions de marche, expansions, etc., les plus avantageuses et peut-être aurait-on obtenu de meilleurs résultats, tandis que l'expérience faite a montré qu'on n'obtenait pas même les résultats que donnent de bonnes machines Compound avec des pressions et des expansions égales au quart seulement de celles de la machine Perkins.

Un point remarquable est le faible degré de surchauffe acquis par la vapeur, malgré la grande surface de chauffe avec laquelle la vapeur formée est en contact, et bien que la température des gaz dans la cheminée fût de 320 degrés centigrades; cela tient évidemment à ce que la quantité d'eau entraînée par la vapeur à sa formation était excessive.

Pendant les expériences, la combustion et la vaporisation ont été très modérées, la première ayant été conduite à raison de 58^{k}, par mètre carré de grille et par heure; si on eût voulu pousser la combustion, il eût été à craindre que l'eau ne fût entraînée violemment hors des tubes inférieurs et que ceux-ci ne se fussent brûlés.

Les deux voyages que l'*Anthracite* a faits à travers l'Atlantique sur un parcours total de 6,500 milles géographiques, l'ont été avec une combus-

tion très lente, la machine produisant seulement 21 chevaux indiqués par mètre carré de grille; la chaudière a pu fonctionner sans accident dans ces conditions, mais en eût-il été de même avec une combustion aussi active qu'avec les chaudières ordinaires?

Du reste, pour réduire l'entraînement de l'eau, le constructeur avait eu la précaution de faire très petite la section du tuyau d'arrivée de vapeur, qui n'a que 1/47 de celle du premier piston alors que la section de la lumière d'admission est de 1/15.

L'énorme condensation intérieure aux cylindres tient à l'expansion exagérée, aux grandes différences de températures et à la proportion relativement considérable des surfaces provenant des petites dimensions des cylindres (qui ont, par conséquent, beaucoup de surface relativement à la puissance produite), et des volumes exagérés des passages entre les cylindres.

Cette énorme condensation était rendue visible par l'ouverture du robinet d'indicateur du premier cylindre, qui donnait passage à un jet d'eau continu; il en était de même, mais à un moindre degré, pour le second cylindre, et enfin le troisième ne donnait pas d'eau du tout.

M. Isherwood rappelle les différences essentielles des expériences de M. Bramwell avec celle de la marine américaine.

L'ingénieur Anglais a opéré sur le navire en route; l'essai a duré 11 heures et 10 minutes. On a commencé avec la chaudière froide, en pesant rigoureusement le charbon employé, et même en allouant une certaine quantité de charbon pour tenir compte du bois d'allumage. Le combustible était du Nixon, le premier charbon à vapeur du monde. A la fin de l'essai, on laissait le feu brûler entièrement et la machine marcher jusqu'à ce qu'elle s'arrêtât faute de vapeur, en relevant toujours des diagrammes. On a fait la somme du travail produit pendant la durée de l'essai, et on l'a rapporté au charbon total dépensé. On n'a pas jaugé la quantité d'eau d'alimentation ; c'est une lacune de la plus grande importance.

Comme on a eu soin de mesurer le charbon dépensé pendant une période de marche très uniforme de 8 heures et 55 minutes, on a pu de cette observation déduire la dépense de charbon par cheval en marche régulière.

Voici du reste les principaux chiffres des essais anglais, chiffres intéressants à rapprocher des résultats donnés plus haut obtenus à New-York.

Nombre de tours par minute		130.39
Pression absolue...	A la chaudière	$26^{k},13$
	Au réservoir intermédiaire	1.69
Vide au condenseur		0.685
Expansion réelle totale		26.88

Puissance indiquée.	1er cylindre		29,017 chev.
	2e cylindre		14,675
	3e cylindre		37,040
	Totale		80,732
Charbon brûlé	Par heure		62k,59
	Par mètre carré de grille		44,08
	Par mètre carré de surface de chauffe	de vaporisation	2,23
		totale	1,08
	Par cheval indiqué		0,775
Combustible pur par cheval indiqué			0,746

Voici les causes auxquelles M. Isherwood attribue les différences de rendement entre les deux séries d'expériences :

1° Dans les essais de M. Bramwell, la valve était en partie fermée, aussi la différence de pression entre la chaudière et le premier cylindre était-elle plus considérable, il en résulte que la vapeur était plus surchauffée ;

2° Le navire étant en route au lieu d'être amarré, on avait pu obtenir un plus grand nombre de tours, 130,39 au lieu de 103,03 ; la condensation proportionnelle était donc moindre encore de ce chef.

3° L'expérience de M. Bramwell n'ayant duré que 11 heures 10 minutes, au lieu de 24 heures et ayant été faite avec du Nixon, charbon ne laissant presque pas de résidu, on n'a pas été obligé de nettoyer la grille par les portes, comme il a fallu le faire à New-York avec le charbon demi-bitumineux employé et il est résulté de là une différence de consommation très sensible. On peut l'évaluer à 7 pour 100, d'après des expériences faites en 1878 par la marine des États-Unis sur une grille à nettoyage automatique.

Ces considérations sont-elles suffisantes pour expliquer une différence de 25 à 30 pour 100 entre les résultats obtenus de la même machine par des expérimentateurs habiles et consciencieux ? Nous ne nous permettrons pas de juger la question, mais il est permis de conclure que la pratique seule et une pratique prolongée, peut permettre de juger la valeur d'un système.

Si même cette pratique confirmait les chiffres de consommations des expériences anglaises, il resterait à examiner si les résultats obtenus sont en proportion des moyens employés, pressions et expansions si considérables.

Avec les chiffres maximum donnés par M. Bramwell, on arrive encore à trouver que la machine de l'*Anthracite* pèse (sans l'eau de la chaudière) 313 kilogrammes par cheval indiqué, pour une vitesse de 130 tours, ce qui est excessif par rapport aux poids des machines marines actuelles, que chaque mètre carré de grille ne produit que 56 chevaux indiqués, chaque mètre carré de surface de chauffe de vaporisation, 2,88 chevaux et enfin, chaque mètre carré de surface de chauffe totale, 1,39 cheval indiqué.

Il resterait encore à juger la question de la durée des machines et

chaudières en service régulier et entre les mains d'un personnel autre que celui du constructeur.

Concours de chauffeurs en Allemagne. — Nous trouvons dans les extraits de travaux étrangers donnés par l'*Institution of civil Engineers*, le résumé ci-après d'un concours organisé par le *Bergish Dampkessel Verein.*

La chaudière était une chaudière à haute pression, composée de deux corps horizontaux superposés et réunis par deux communications; elle fournissait de la vapeur à la pression de 4 1/2 atmosphères à une machine actionnant une pompe et développant 30 chevaux indiqués; la surface de grille était de 1 mètre carré et la surface de chauffe de 22,5 mètres carrés; l'eau d'alimentation était chauffée à 58°.

Quatorze concurrents prirent part au concours; chacun d'eux conduisit le feu pendant une journée, de 7 heures du matin à 7 heures du soir. On allouait pour l'allumage une certaine quantité de bois et 50 kilogrammes de charbon. Le feu était jeté bas à la fin de la journée et on pesait les résidus.

Le travail indiqué par le piston de la machine était mesuré et on classait les concurrents suivant l'ordre de la moindre dépense de combustible par cheval indiqué. Les chiffres extrêmes ont été $2^k,59$ et $3^k,47$, soit 100 et 134.

On a relevé avec le plus grand soin les particularités de la conduite du feu par chaque chauffeur. En voici un échantillon.

			ENSEMBLE :	
	Premier.	Dernier.	Minimum.	Maximum.
Nombre de fois que le chauffeur a ouvert la porte	186	244	122	300
mis du charbon	132	168	78	168
remué le feu	45	39	17	106
nettoyé le feu	8	28	2	28
enlevé le mâchefer	1	9	1	14
manœuvré le registre	17	3	3	64

Les différences ont été surtout sensibles par rapport à l'usage du registre. Le chauffeur qui a eu le prix commençait avec le registre partiellement fermé, et l'ouvrait graduellement à mesure que le charbon s'agglomérait; au milieu de la journée il nettoyait son feu et recommençait comme avant; le dernier au contraire paraissait ignorer à peu près complètement l'existence du registre et le laissait toujours entièrement ouvert.

L'extrait que nous avons sous les yeux ne donne malheureusement aucune indication sur la nature du combustible employé.

Nouvelle locomotive pour voyageurs du Pensylvania Railroad. — La première locomotive de ce nouveau type vient d'être terminée à Altoona; c'est une machine à quatre roues couplées de $1^m,983$ de diamètre avec un bogie à quatre roues de $0^m,841$.

Les essieux moteurs sont distants de 2,364 et les essieux extrêmes de 5,922.

Les cylindres ont 0,459 de diamètre et 0,610 de course, les lumières d'admission 0,427 sur 0,038 et les lumières d'échappement 0,427 sur 0,083; la course maximum des tiroirs est de $0^m,140$.

Le corps cylindrique a $1^m,275$ de diamètre moyen ; il contient 201 tubes de $3^m,35$ de longueur et de $0^m,0475$ de diamètre.

La boîte à feu est au-dessus du châssis et les ressorts et balanciers sont au-dessous des boîtes à graisse, de sorte que le foyer a la largeur entière que comporte l'écartement des bandages sauf un faible jeu.

La grille a $3^m,050$ sur $1^m,065$, soit 3,248 mètres carrés de surface. C'est une grille à tubes pour brûler l'anthracite.

Le ciel du foyer est à $1^m,173$ au-dessus du cadre, il est armé avec des fermes et des tirants. L'axe de la chaudière est à $2^m,270$ au-dessus du rail. La chaudière est entièrement en acier sauf les tubes et les rivets, les tôles ont 9,5 millimètres sauf le ciel de la boîte à feu extérieure qui a 11,1 d'épaisseur.

La cheminée a $0^m,459$ de diamètre et s'élève à $4^m,575$ au-dessus du rail. La surface de chauffe directe est de 11,62, celle des tubes de 100,44, soit en tout $112^m,206$. Le dôme a une enveloppe en fonte sans moulures de tournure européenne. La chaudière est alimentée par deux injecteurs n° 8 de Sellers ; il n'y a pas de pompes.

Contrairement à l'usage américain il n'y a que deux guides par tête de piston au lieu de quatre. Il y a un mécanisme de renversement de marche, composé d'un cylindre à vapeur et d'un cylindre à huile, du genre de ceux qui sont employés dans certaines machines marines.

Les boîtes à graisse des essieux moteurs sont en fer ; les bielles d'accouplement ont des têtes fermées sans serrage avec des bagues composées de 16 parties d'étain, 1 de cuivre et 2 d'antimoine.

Les centres des roues sont en fonte avec bandage en acier, mais on a fait venir de l'usine Krupp un jeu de roues en fer avec bandages en acier. La machine est munie d'un frein à air Westinghouse agissant sur les roues motrices. Le poids en service est de 42,000 kil. dont 29,600 sur les roues motrices, ce qui fait à peu près 15 tonnes par essieu. Si cette machine donne de bons résultats, on en exécutera immédiatement un certain nombre pour le service rapide entre Philadelphie et New-York.

(*Railroad Gazette*).

La chute du viaduc du Solway. — L'accident arrivé au viaduc qui traverse le Solway, suivant de près la chute du pont de la Tay, a vivement ému l'opinion publique en Angleterre, bien que cet accident n'ait pas, comme le premier, entraîné perte de vies humaines.

Voici, d'après l'*Iron*, un résumé de l'enquête faite par le Board of Trade sur les causes de la catastrophe.

Le viaduc appartenant au Solway Junction Railway a été livré à la circu-

lation en 1870; il avait 2,328 mètres de longueur divisée en 204 travées portées par 190 piles, dont 181 simples et 12 doubles. Il n'y avait qu'une voie, mais les fondations et une partie des piles étaient faites pour deux voies.

Les rails étaient à 12 mètres au-dessus des basses eaux.

Des dommages sérieux furent faits aux piles, dans l'hiver de 1875-76, où 32 colonnes furent fendues, probablement par la congélation de l'eau qu'elles contenaient à l'intérieur. On les remplaça et il ne se produisit rien jusqu'à cette année où, le 10 janvier, par un très grand froid, une colonne se fendit du haut en bas, amenant la rupture de plusieurs pièces du contreventement.

Lorsque la débâcle se produisit, la glace en morceaux de 0,15 à 0,45 d'épaisseur, poussée par la marée à la vitesse de 16 kilomètres à l'heure, vint frapper les colonnes avec une telle force que la superstructure entière en était ébranlée et que le bruit se faisait entendre à plusieurs milles. On suspendit la circulation jusqu'à ce que le passage des glaces cessât à la basse mer et on constata qu'un des montants verticaux de la pile n° 92 était brisé. On le répara provisoirement et la circulation fut reprise, mais avec précaution.

Le 30 janvier, au lever du jour, on constata que les piles 64, 65, 70 et 73 étaient tombées, laissant les travées en l'air. Le 1er février, à midi, plusieurs autres piles tombèrent entraînant des travées, et la destruction de l'ouvrage continua peu à peu, de telle sorte que le 2 février au matin il y avait 45 piles et 30 travées emportées.

Le major Marindin, chargé de l'enquête, a constaté que les fondations étaient intactes: il reconnaît que l'état de l'estuaire du Solway était tout à fait exceptionnel au point de vue de l'épaisseur et de la dimension des glaçons et que des colonnes de fonte de $0^{m},305$ de diamètre et 22 millimètres d'épaisseur ne pouvaient supporter le choc de morceaux de glace dont quelques-uns ont été reconnus avoir 18 mètres carrés de surface et $1^{m},80$ d'épaisseur par places, lancés à la vitesse de $4^{m},50$ par seconde. Les colonnes paraissent avoir cédé, non à la pression de la glace accumulée, mais uniquement aux chocs successifs des glaçons. Ce désastre fournit une preuve nouvelle et irréfutable du peu de valeur des colonnes de fonte de petit diamètre pour des piles de viaducs exposées à des efforts ou chocs horizontaux.

Ce genre de construction doit être proscrit à l'avenir. Dans la reconstruction du viaduc du Solway, on devra prendre des précautions spéciales pour protéger les colonnes, soit par des défenses en bois, soit par des avant-becs en fer; le major Marindin recommande également l'emploi de gardes en bois en dehors des rails pour prévenir les chances de déraillement, et il pense qu'il serait bon d'augmenter la portée des travées du centre pour faciliter le passage des glaçons.

Les ponts sur le Niagara. — Voici d'après l'*Engineering News* un

historique abrégé des grands ponts suspendus établis sur le Niagara. Le premier pont suspendu fut construit en 1848, par l'ingénieur Charles Ellet, sur l'emplacement du pont actuel du chemin de fer. Ce pont servait aux piétons et aux voitures. Les piliers étaient en bois et le tablier n'avait que six pieds de large, c'est-à-dire le passage d'une voiture. L'ingénieur, au moment de commencer le montage du pont, proposa une prime de 25 francs à la personne qui passerait une ficelle de l'autre côté de la rivière. Le premier jour où il fit un peu de vent, quantité de gamins arrivèrent avec des cerfs-volants, et avant la nuit l'un d'eux, dont le nom s'est conservé, Homan J. Walsh, âgé de treize ans, réussit à faire arriver son cerf-volant sur la rive du Canada, et reçut la récompense promise. La ficelle servit à faire passer une corde, celle-ci un câble, et ainsi de suite jusqu'aux câbles définitifs. Ce pont rendit les plus grands services pour la construction du pont actuel, qui fut établi par l'illustre ingénieur John S. Roebling et est considéré comme l'un de ses beaux ouvrages. Il fut commencé en 1852 et la locomotive y passa en 1854.

La corbeille en fer qu'on voit encore sous le tablier, près de la rive américaine fut employée par M. Ellet, lors de la construction, et servit au passage de la première personne qui traversa vivante et de bonne volonté la chute du Niagara.

On ajoute de bonne volonté; parce que la légende rapporte qu'un chef Indien fut un jour enlevé à travers la rivière par un énorme aigle à tête chauve. Des dames même ont passé dans cette corbeille.

Le pont suspendu qui est près du monument de Brook, a été construit en 1856, par T. E. Serret. En 1866, la débâcle des glaces arracha les haubans des rochers où ils étaient amarrés et avant qu'on les eût remplacés, un terrible coup de vent enleva le tablier, brisant les tiges de suspension et ne laissant que les câbles. Le nouveau pont suspendu a été établi en 1868, les câbles ayant été passés sur la glace pendant l'hiver. Sa longueur dépasse 366 mètres en dehors des appuis, c'est le plus grand pont suspendu qui existe dans le monde entier.

Les progrès récents de la lumière électrique. — M. W. H. Preece a fait le 30 mars 1881, à la Société des Arts à Londres, une communication sur les récents progrès de la lumière électrique, à la fin de laquelle il a indiqué que l'administration anglaise de Trinity-house n'avait encore fait l'application de la lumière électrique qu'aux trois phares de Souter-Point, South Foreland et Lizard, considérant que la dépense élevée ne pouvait se justifier que dans des cas exceptionnels.

Mais en revanche l'Amirauté a fait installer la lumière électrique sur presque tous les cuirassés; le plus récent, l'*Inflexible*, possède deux machines électro-dynamiques de Brush qui alimentent 16 foyers pouvant fonctionner ensemble ou séparement; ces foyers sont établis dans le réduit, dans la machine, dans les chambres de chauffe, sur la passerelle de manœuvre, dans le compartiment des torpilles, dans les soutes à projectiles, à la tête

des mâts, etc. On s'en servira aussi pour les cabines. Le *Minotaur* a également 16 foyers Brush; l'emploi de la lumière électrique est devenu absolument indispensable depuis celui des torpilles.

Dans un autre ordre d'idées on a fait également en Angleterre un grand emploi de la lumière électrique, c'est pour les stations de chemins de fer. On peut citer à Londres les stations de Paddington, de Waterloo-bridge, de Charing-Cross, de Bricklayer'sarms, de Liverpool street, à Glasgow, Saint-Enoch et Queen-street, à Manchester, Victoria station. Enfin, depuis le 1er avril, la station de Cannon-street, à Londres, est éclairée à la lumière électrique par 8 foyers de 6000 bougies chacun, suspendus à la charpente de la halle à 12 mètres au-dessus des quais et par 2 foyers à l'extérieur; il y a deux circuits, un pour 5 foyers, et chaque circuit est commandé par une machine Gramme de grand modèle; les foyers sont des lampes à arc du système Brockie. La lumière électrique est aussi très employée dans les docks. A la suite de cette communication, M. Phillips, neveu de M. Brush, a donné d'intéressants détails sur l'extension de l'emploi de la lumière électrique aux États-Unis. Il y a été, depuis deux ans, établi plus de 6000 éclairages électriques dont la plupart pour manufactures, magasins, dépôts, etc. On a commencé également à en faire usage pour les rues et espaces ouverts. Une des applications les plus curieuses a été faite à Wabash, ville de 5000 habitants dans l'Indiana, qui est éclairée tout entière par 4 foyers placés sur le dôme du palais de justice. Cette ville occupe un cercle de un kilomètre de rayon; on a un éclairage meilleur que celui qu'on obtiendrait avec une dépense en gaz cinq fois plus élevée; ainsi on peut voir l'heure à sa montre à 800 mètres des foyers lumineux et à 120 mètres on peut lire les caractères les plus fins des journaux. Il y a assurément des ombres assez fortes, mais on y voit, même dans ces ombres, aussi bien qu'entre deux réverbères à gaz à l'écartement ordinaire de ceux des rues. Ces 4 foyers absorbent un travail de 7 chevaux-vapeur et coûtent annuellement 5000 fr., y compris l'intérêt du prix d'établissement.

A New-York, la lumière électrique est étendue dans un espace de 2,5 kilomètres carrés et on va y installer 5000 foyers pour éclairage des rues.

Les docks de Montréal emploient 17 foyers, avec 5 kilomètres de fils et une machine Brush absorbant 16 chevaux. On peut citer aux États-Unis plusieurs manufactures qui ont dépensé dix et douze mille francs pour s'éclairer à la lumière électrique; avec cette dépense on peut économiser sept à huit mille francs par an et payer l'installation en moins de deux ans, avec l'avantage d'avoir cinq fois plus de lumière, de pouvoir distinguer les couleurs comme en plein jour, et d'éviter la viciation et l'échauffement de l'air dans les ateliers.

M. Preece a fait observer que, si l'exemple qui venait d'être cité était assurément très intéressant, il ne fallait pas oublier que Wabash était une petite ville dont les maisons étaient probablement très peu élevées et avec des rues larges et tracées régulièrement à la mode américaine. On ne saurait généraliser ce cas particulier, et il est bien évident que si on installait

un éclairage analogue sur le dôme de Saint-Paul, à Londres, on ne ferait guère qu'éclairer les toits et tout au plus le voisinage immédiat de la cathédrale. (*Journal of the Society of Arts.*)

L'assainissement de Berlin. — Nous trouvons dans les extraits des travaux étrangers donnés par l'*Institution of Civil Engineers* un résumé d'un rapport sur les égouts de Berlin, Francfort, Dantzig et Breslau, dont nous extrayons ce qui suit :

La population de Berlin s'élève actuellement au chiffre de 1 030 000 habitants ; jusqu'à ces derniers temps, chaque maison avait une fosse dont le trop plein liquide était évacué dans les ruisseaux ; dans certains quartiers seulement il y avait des égouts très primitifs. Dans le nouveau plan, la ville proprement dite est divisée en cinq sections dont chacune a un système d'égouts indépendant, et qui sont tracées de manière que les eaux de chacune se rendent par la pente naturelle à un point où elles sont élevées par des pompes et envoyées aux emplacements d'utilisation. Les sections 1, 2 et 3 comprennent les quartiers au sud de la Sprée ; les sections 4 et 5, les quartiers au nord. Pour les sections 1, 2 et 4, l'installation des machines élévatoires et celle des égouts principaux sont terminées, mais les branchements des maisons ne sont pas encore faits ; pour les autres sections les travaux sont moins avancés. La puissance motrice des machines des trois sections nord est de 500 chevaux produits partie par des machines Woolf, partie par des machines simples. Les machines motrices actionnent des pompes horizontales à double effet, qui prennent l'eau dans les bassins de collection construits en maçonnerie, avec des grilles pour arrêter les matières solides et des cuvettes pour laisser déposer le sable. Ces bassins ont un conduit de trop plein pour le cas de pluies d'orage dont le volume dépasserait le débit des pompes.

Voici les chiffres qui ont servi de base aux calculs d'établissement.

On a admis que pour les 390 hectares de surface de la troisième section, la population actuelle de 106 000 habitants (300 par hectare) pourrait monter à 280 000 (800 par hectare) et que chaque habitant dépenserait 127 litres d'eau. C'est donc 1,15 litre par seconde et par hectare. On a admis également que la plus grande chute de pluie serait de 23 millimètres par heure, dont un tiers devrait s'écouler à la fois. C'est 21,19 litres par seconde et par hectare ; total $1{,}15 + 21{,}19 = 22{,}34$ litres par seconde et par hectare ; les pompes n'auront, par hypothèse, à enlever que le huitième de ce volume, soit 3 litres en nombre rond, le reste s'écoulant librement par divers passages. Les observations suivies ont d'ailleurs montré que ce volume n'a été atteint qu'exceptionnellement et encore seulement sur certaines parties de la section.

Les surfaces d'irrigation pour les trois districts du sud sont à une distance de 12 500 mètres des machines élévatoires.

La différence de niveau est $21^{m},50$ sans compter la charge due au frottement dans les conduites.

Les égouts principaux sont en briques à section ovoïde. Dans la section 3 il y en a 10 kilomètres, dont la pente varie de 3,3 à 4 dix-millièmes et 70 kilomètres de tuyaux de 0m,20 à 0m,60 de diamètre.

Pour diminuer la longueur des branchements des maisons, il y a de petits tuyaux collecteurs de chaque côté des rues.

Il y a des regards tous les 80 à 100 mètres et à tous les croisements de rues; ces regards ont un double couvercle, un en fer perforé et au-dessus un en fonte pleine, ils ont 0m,65 de côté.

Les propriétaires sont obligés de raccorder les maisons avec les égouts; les matières fécales ne peuvent y arriver que par l'intermédiaire des water-closets. Les branchements des maisons sont munis de siphons et des tuyaux montent jusqu'aux toits pour servir de ventilateurs.

Il y a une taxe basée à raison de 1 pour 100 du loyer pour couvrir les dépenses du branchement. Cette taxe produit dès à présent 460 000 francs par an.

Voici l'état des sommes dépensées:

1.	Travaux au-dessus du sol	Fr.	490 000
2.	— au-dessous du sol.	»	1 255 050
3.	Machines.	»	1 590 000
4.	Frais généraux et divers.	»	534 500
5.	Terrains pour les machines	»	460 000
		Fr.	7 330 000
	Travaux à exécuter évalués à.	»	300 000
	Total . . .	Fr.	7 630 000

On a dépensé pour l'achat des terrains d'irrigation une somme de 1 700 000 francs, et la dépense avec les travaux d'appropriation montera à 3 125 000 francs.

La distribution d'eau de Berlin, d'abord entre les mains d'une compagnie anglaise, a été achetée par la ville; l'abonnement est obligatoire. D'après le nouveau tarif on paye 30 francs par trimestre pour 80 mètres cubes; au delà et jusqu'à 120 mètres cubes, on paye 0 fr. 375 par mètre cube; 200 mètres cubes se payent 75 francs.

Les machines élévatoires de la section 3 qui doivent refouler les eaux d'égout dans une conduite de 0m,75 de diamètre et de 12,500 mètres de longueur, sont au nombre de six avec six chaudières, et les pompes peuvent débiter 39,000 mètres cubes par jour.

COMPTES RENDUS

ACADÉMIE DES SCIENCES.

Séance du 4 avril 1881.

Note de M. L. Laurent sur **les miroirs magiques** [1]. — Le verre se prête à des expériences intéressantes qu'on ne pourrait reproduire avec un miroir métallique. On peut, en effet, rendre très magique un miroir argenté du commerce, que ce soit une glace plane, ou un miroir convexe ou concave, sans creusures ni saillies, et d'une épaisseur quelconque. Si, par exemple, on applique un bout de tube métallique chauffé sur la face argentée du miroir, la section du tube se reproduit en blanc sur l'écran, si la face argentée est opposée à l'écran et en noir (après avoir retiré le tube), si la face argentée est tournée du côté de l'écran. Si, le miroir étant chauffé, on pose le bout du tube froid, les effets sont renversés.

On peut opérer de même avec une image découpée dans une feuille métallique formant cliché.

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

FÉVRIER 1881.

Rapport de M. Aimé Girard sur les **Machines à couler les bougies**, de M. Morane aîné. — M. Morane avait depuis longtemps construit des machines pour le coulage des matières dures (saponification calcaire), mais les procédés de distillation conduisant à la production de matières tendres, c'est-à-dire d'acides gras aisément fusibles, il fallait des machines spéciales à centreurs au lieu de pince-mèches; le constructeur établit des machines dans cet ordre d'idées et leur succès le conduisit à les approprier au coulage des matières du res et à faire profiter, par conséquent, la

1. Voir la note sur les miroirs magiques, Chronique de février, page 261.

fabrication des produits supérieurs des avantages dont avait déjà bénéficié la fabrication des produits communs.

La nouvelle machine exécute le coulage des bougies de matière dure aussi rapidement que celui des bougies de matière tendre; on peut faire quatre coulées à l'heure et il résulte de cette rapidité un abaissement du prix de revient d'un produit de qualité supérieure.

Rapport de M. SEBERT, sur un **appareil pour la reproduction autographique de l'écriture et des dessins**, de M. OTTO LELM. — Le rapport passe d'abord en revue les différents procédés employés pour faciliter la multiplication de l'écriture et des dessins, les presses autographiques, le copie de lettres, l'autocopieur Levy, la machine à écrire de Remington; l'autocopieur Frey conçu spécialement pour le service de transmission en campagne des ordres des états-majors, l'appareil Bauer, le chromographe et l'hectographe qui ont eu un succès commercial sans exemple, puisque le produit de la vente du chromographe seul en France, Angleterre et Belgique a été depuis le mois de février 1879, de 660,000 francs.

Des appareils analogues à ces derniers et n'en différant que par la composition de la pâte ou la nature du métal de la boîte, ont été faits et ont reçu généralement des noms à tournure hellénique de consonnance plus ou moins barbare; le fond de la pâte est toujours la gélatine et l'encre est toujours à base d'aniline.

Il y a encore la polycopie, l'autographie-polychrome, le polyantographe expéditif de Frey, et dans un autre ordre d'idées, les appareils à clichés perforés, la plume électrique d'Edison, la plume horographique, le papyrographe, le trypographe, le glyphocorde, la schmittotypie et enfin l'autocopiste noir qui fait spécialement l'objet du rapport.

Dans ce système, la composition gélatinée est reçue sur des feuilles de parchemin végétal tendues sur un châssis de forme spéciale; l'original à reproduire, écrit encore avec une encre particulière, est appliqué sur la gélatine, et cette encre attaque la couche gélatineuse en la durcissant et la séchant, de sorte que si, après avoir enlevé l'original, on passe sur la surface de la composition une éponge humide, l'eau mouille seulement les parties qui n'ont pas été impressionnées par l'encre. On emploie de l'encre d'imprimerie appliquée avec un rouleau et on peut obtenir jusqu'à deux cents bonnes copies parfaitement semblables à l'original.

Rapport de M. TROOST sur le **procédé de fabrication du vinaigre**, de MM. MICHAELIS. — Ce procédé est une modification de la méthode allemande, réalisée au moyen de cuves tournantes contenant un mélange d'alcool et d'eau avec addition d'une certaine quantité du produit de la fermentation des mélasses de sucre de canne : cette méthode doit être appliquée en France, au 1er février 1881, sur 1,400 cuves produisant de 224 à 230 hectolitres de vinaigre par jour.

Rapport de M. PALIARD, sur **divers appareils de sauvetage en cas d'incendie.** — Ce rapport conclut que les appareils soumis à l'examen du Comité des arts économiques de la Société, ne sont ni assez étudiés, ni assez parfaits et propose d'ajourner toute décision ; il ajoute que les inventions ayant pour objet de soustraire les personnes au danger que leur fait courir un incendie, perdraient beaucoup de leur utilité, si des moyens de secours pour combattre le feu, à son origine, étaient mieux organisés, plus répandus et plus complets.

Les industries et les magasins où le feu est à craindre devraient être pourvus de moyens de secours contre l'incendie, dont on pût faire usage avant l'arrivée des pompiers, tels qu'extincteurs en bon état, dépôts de sable, prise d'eau d'incendie, prise d'eau pour pompe à vapeur devant l'établissement.

A Paris, dit le rapport, on ne se préoccupe pas assez des moyens d'arrêter et de maîtriser dès le début un commencement d'incendie ; on compte sur le zèle et l'activité des pompiers, dont le service est réellement très remarquable et d'ailleurs on est assuré. Cette confiance n'existe pas dans d'autres pays où les compagnies d'assurances se chargent d'éteindre le feu.

Elles comprennent l'intérêt des mesures préventives et les imposent aux assurés. Il est à regretter que les compagnies françaises restent indifférentes au plus ou moins de précautions que les assurés prennent pour éviter le danger ou s'y opposer au début. Elles se contentent d'augmenter la prime d'assurance en raison des chances qu'elles courent, mais il serait d'intérêt public qu'elles exigeassent que leurs clients interviennent d'une manière active pour s'opposer aux sinistres et cette mesure, adoptée d'une manière générale, aurait une influence incontestable sur la sécurité publique.

Conférence faite à l'Exposition universelle de 1878, par M. DE PASSY, ingénieur en chef des ponts et chaussées en retraite, sur **l'emploi des eaux en agriculture par les canaux d'irrigation.**

ANNALES DES PONTS ET CHAUSSÉES

MARS 1881.

La Commission des chemins de fer en Angleterre. — Réponse au mémoire de M. Cavaignac, par M. CH. DE FRANQUEVILLE.

Mémoire sur **les crues de la Loire supérieure,** par M. JOLLOIS, ingénieur en chef des ponts et chaussées.

Cette note a pour objet d'exposer les résultats auxquels a conduit l'étude

d'une série de vingt-deux années d'observations sur les variations de hauteur d'eau dans la Loire et ses principaux affluents et la distribution des pluies dans les diverses parties de son bassin, ainsi que les règles déduites pour prédire l'époque et la hauteur d'une crue sur les divers points du cours de la Loire entre Bas-en-Basset (Haute-Loire) et Digoin.

Fondations à l'air libre et à l'air comprimé. — Emploi du caisson-batardeau divisible et mobile, note par M. Gaston Liebeaux, ingénieur des ponts et chaussées.

Cette note contient la description des fondations de quatre grands ponts.

1° Le pont de Laroche sur l'Isle, pour la traversée de la ligne de Montmoreau à Périgueux, formé de trois arches de 18 mètres surbaissées au tiers;

2° Le pont de Beynac sur la Dordogne, pour la ligne de Saint-Denis au Buisson, formé de cinq arches de 24 mètres et de six de 8 mètres, trois sur chaque rive.

3° et 4° Les ponts du Pech et du Garrit comprenant chacun sept arches de 24 mètres surbaissés au tiers.

1° Au pont de Laroche, avec des hauteurs d'eau de 2m,50 à 3 mètres et un fond de calcaire de dureté moyenne surmonté d'une petite couche de gravier, on a employé un système de batardeau composé de deux lignes de pieux et palplanches, avec remplissage en terre forte. Ce procédé est simple, mais le batardeau est encombrant, et exige le dragage d'un large emplacement, et il faut qu'on puisse donner aux pieux dans le fond de la rivière une fiche suffisante pour assurer leur stabilité.

2° Au pont de Beynac, la Dordogne n'ayant pas un régime calme et régulier et les fonds étant tantôt du rocher à nu, tantôt des dépôts considérables de gravier, on a employé deux genres de fondation pour les quatre piles en rivière, fondation par digue et fondation par caisson.

La première, qui consiste à mettre à nu l'emplacement de la pile, au moyen d'une petite digue en gravier et terre se rattachant à la rive par ses deux extrémités est économique, mais oblige à des épuisements énergiques et on ne doit l'employer que pendant la période certaine des basses eaux, car une crue, même assez faible, bouleverserait le chantier.

La méthode par caisson, nécessite l'emploi du scaphandre. On drague à l'emplacement de la pile et on fait nettoyer à la curette par les plongeurs la zone sur laquelle repose le caisson. Celui-ci est construit en bois, sans fond, il a 4m,50 de hauteur, de façon à ce que la partie supérieure se trouve à 1m,50 au-dessus de l'étiage. On fait autour un bourrelet de glaise, on cloue des toiles et on les recouvre de sacs pleins de glaise.

Ce système est élégant et facile, mais il nécessite des dragages assez longs et n'a de chances sérieuses de succès que pendant la période des basses eaux. La fondation de la pile n° 4 a présenté des difficultés particulières et sérieuses à cause de l'étanchéite imparfaite.

3° Au pont du Pech on a eu recours à l'air comprimé, la profondeur d'eau étant de plus de 4 mètres. Les fondations ont été traitées à forfait, avec M. Montagnier, à raison de 25,000 francs par pile élevée jusqu'à 1m,20 au-dessus de l'étiage, ce qui représente 150 francs par mètre cube.

4° Au pont de Garrit, la profondeur d'eau n'était que de 2 mètres, mais le courant était très fort; on a fondé deux piles par caisson et les deux autres au moyen d'un système nouveau de caisson-batardeau, divisible et mobile. Le succès a été complet.

Le caisson divisible est dû à M. Montagnier, c'est une cloche de 5 mètres de hauteur, dans laquelle on travaille à l'air comprimé pour l'enlèvement du gravier, l'encastrement et la construction de la pile. Quand les maçonneries sont hors de l'eau, on s'en sert comme de point d'appui pour enlever la cloche d'un seul coup; mais on peut également en enlevant le plafond, après avoir fait autour de la base un bourrelet d'argile, exécuter les maconneries à l'air libre; c'est comme cela qu'on a procédé au pont de Garrit. On met le caisson en place au moyen de deux bateaux accouplés portant un échafaudage. Les piles 1 et 2 ont été faites à forfait par M. Montagnier à raison de 21,000 francs par pile élevée à 1m,20 au-dessus de l'étiage, ce qui représente 318 francs par mètre cube. Ce prix élevé tient au peu de profondeur des fondations et par suite à l'importance relative de la constante.

L'auteur du mémoire considère que l'emploi de ce caisson-batardeau divisible et mobile, permettant de travailler en toute saison, amènera à une économie considérable, et à une rapidité et une sécurité d'exécution très appréciables.

AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS.

FÉVRIER 1881.

Assainissement de Memphis, par M. Frédérick S. Odell. — Mémoire lu à la séance du 3 novembre 1880.

A la suite des épidémies qui ont ravagé la ville de Memphis, en 1878 et 1879, on a dû se préoccuper vivement d'améliorer les conditions sanitaires qui étaient d'ailleurs déplorables. Il n'y avait pas d'égouts publics; le trop plein des fosses et les eaux ménagères coulaient dans les ruisseaux; pendant la saison chaude les matières se desséchaient et produisaient des émanations pestilentielles; de plus, à cause de la nature du pavage, les liquides s'infiltraient dans le sol et finissaient par empoisonner l'eau des puits. L'établissement d'un réseau d'égouts était donc d'une nécessité absolue, mais l'état déplorable des finances de la ville à la suite de l'épidé-

mie, de la ruine de l'industrie et du commerce ne permettaient pas de consacrer à cet établissement la somme énorme à laquelle se montaient les estimations variant de 7,5 à 15 millions de francs.

On consulta alors M. G. E. Waring, ingénieur sanitaire de Newport, qui préconisait un système qui n'avait pas encore reçu d'application en Amérique; ce système, qu'on appelle système de la séparation, a pour principe de n'employer les égouts que pour recevoir l'eau d'égout proprement dite, le *sewage*, et d'en exclure rigoureusement les eaux de la surface et du sous-sol, la quantité d'eau nécessaire pour entraîner les matières solides étant fournie par une source particulière.

Ce système de conduits séparés pour les eaux impures et pour les eaux de pluie ou de drainage, paraît avoir été proposé pour la première fois en 1849 par M. Philips, ingénieur de la *Métropolitan commission of Sewers*, à Londres.

Il y a, en Angleterre, quelques villes qui ont appliqué ce système, notamment Reading, Oxford et Halstead, avec quelques modifications dues à M. E. Monson, ingénieur civil.

Pour l'application du système à Memphis, M. Waring proposa la construction de petits égouts sans regards, avec adjonction de réservoirs automatiques de lavage de 500 litres de capacité du système de M. Rogers Field, limitation du diamètre des branchements des maisons à $0^m,10$ et exclusion absolue des eaux de pluie. On pouvait ainsi réduire la dépense au dixième de ce qu'elle aurait été avec un système complet d'égouts à grande section.

La chose une fois décidée, la ville fit un emprunt de 1,150,000 francs et le travail fut commencé en janvier 1880 et terminé avant l'hiver de la même année.

Les grands égouts en briques ont d'abord $0^m,51$ de diamètre, puis le diamètre se réduit à $0^m,375$ et $0^m,305$ pour deux branches succédant à la première, et ces branches ont respectivement $0^m,25$ et $0^m,20$ de diamètre vers leur extrémité.

Les égouts latéraux sont des tuyaux de $0^m,15$ de diamètre, ils sont calculés pour débiter 1100 litres par jour pour chaque espace de $7^m,50$ de façade sur rue. Le drainage du sous-sol est opéré par des tuyaux ordinaires de drainage, aboutissant aux tuyaux dont il vient d'être question.

Le succès de ce système dépend absolument de l'absence de dépôt ou d'accumulation de matières dans les égouts; aussi a-t-on établi un réservoir de lavage tous les 200 mètres à peu près. Ces réservoirs sont en brique avec un couvercle comme un regard d'égout, il y a un siphon en fonte qui, dès que le niveau de l'eau fournie lentement par un robinet dont l'ouverture est graduée à volonté, atteint un point donné, se trouve amorcé et décharge brusquement le contenu du réservoir dans l'égout en produisant une chasse qui entraîne les matières solides. Le robinet est généralement réglé pour faire une chasse par 24 heures. La dépense totale pour 32,000

mètres d'égouts avec les accessoires a été de 700,000 francs en nombre rond.

Dans la discussion qui a suivi cette communication, on a émis la crainte que le fonctionnement du système dépendant en très grande partie de celui des siphons de lavage, un arrêt de ceux-ci pour une raison quelconque amènerait une perturbation complète et l'obstruction absolue des égouts. L'absence de regards aux égouts peut être également une source de difficultés.

Plusieurs membres ont indiqué que les matières fécales ne sont pas la cause la plus à craindre d'obstruction; les eaux de cuisine déposent par leur refroidissement des graisses qui s'agglomèrent et sur lesquelles un courant d'eau, même très violent, glisse sans les entraîner. On a cité un tuyau de plomb de 5 centimètres de diamètre servant de descente d'évier entièrement bouché par une masse compacte de la consistance du suif.

On a également objecté qu'un système de ce genre pouvait être applicable à des villes de population réduite, mais qu'il était difficile de le considérer comme une solution générale.

Il y a des villes, surtout les grandes, où il est nécessaire de se préoccuper de l'écoulement rapide des eaux provenant des pluies d'orage pour éviter l'inondation des rues et des maisons.

D'ailleurs, l'application à Memphis est trop récente pour qu'on puisse encore la considérer comme décisive. Il a été fait à ce sujet quelques malicieuses allusions au pont de la Tay qui avait tenu quelque temps avant de tomber.

M. G. E. Waring, auteur du projet, a répondu à ces diverses objections.

Il considère que l'enlèvement des eaux de pluie et celui des eaux et matières impures sont deux questions absolument distinctes qu'il ne faut confondre à aucun prix.

La première n'est pas si difficile à résoudre qu'il faille en compliquer la seconde.

On a reproché au système de Memphis l'absence de regards. On peut citer l'exemple de villes où il n'y en a pas, Lenox, Cumberland, etc., et où depuis plusieurs années on n'a pas eu d'obstructions. A Memphis, depuis l'achèvement des travaux, il y a eu huit obstructions, quelques-unes étaient dues à des objets ou matières oubliés lors de la construction, les autres à des joints mal faits et laissant des saillies. La dépense d'enlèvement et de réparation a été en tout de 625 francs, et les causes de ces accidents sont telles qu'on peut être certain qu'ils ne se renouvelleront pas.

La question des matières grasses est moins grave qu'on ne l'a dit, la graisse se dépose très rapidement, elle ne dépasse pas quelques pieds de distance, et si elle doit encombrer quelque chose, ce sera les tuyaux des particuliers et non les égouts. L'exemple qu'on a cité de la graisse qu'on recueille à Asnières sur la Seine en face du grand collecteur de Paris, n'est nullement concluant, car il prouve tout au contraire que la graisse ne se dépose pas dans les égouts.

Les siphons de lavage ne sont pas des appareils délicats, il n'y a aucune pièce mobile, il n'y passe d'ailleurs que de l'eau propre, leur fonctionnement est absolument certain, car il ne repose que sur une simple différence de niveau. Sans vouloir dire que tous les détails du système sont parfaits, il est permis de considérer le réseau d'égouts de Memphis comme un travail bien réussi, surtout si on considère la faible dépense à laquelle il donné a lieu et, en tous cas, il produit pour les habitants un avantage bien appréciable par rapport à la situation antérieure, avantage auquel on peut être étonné qu'il n'ait pas été fait la moindre allusion dans la discussion, alors qu'il en a été fait au pont de la Tay, qui n'a rien à voir dans la question, celui de la suppression absolue de toute espèce d'odeur d'égout dans la ville, ce qu'on n'aurait pu réaliser aussi facilement avec les systèmes ordinaires d'égouts à communication avec l'extérieur.

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ALLEMANDS.

1re *livraison de* 1881.

Construction des turbines de H. Queva et Cie d'Erfurt, par M. Lehman.

Chaudière verticale de Tomson, par M. Saverlsberg, ingénieur à Stolberg.

Estimation de la pression moyenne de la vapeur pendant la détente, par M. Hoedicke.

Sur un nouveau moyen de faire sauter les roches et sur ses applications, par M. Gautert, chimiste à Oede.

Nouvel hôtel des postes de Stettin.

Emploi du fer dans les constructions civiles.

Exploitation des chemins de fer en Amérique.

Distributions de précision, systèmes Berghoff, Bigge, Binzegger, Daelen, Krupp.

Cataracte pour distribution par soupapes dans les machines d'épuisement sans rotation.

Vitesse des machines à vapeur.

Machines et appareils pour forges à l'Exposition de Düsseldorf.

Pompes d'épuisement pour navires.

2me *livraison.*

Construction des turbines (*suite*).

Expériences sur les pompes d'épuisement de mines, par M. Dewenne, ingénieur à Stolberg.

Résultats d'essais de locomotives Compound, par M. von Borries, ingénieur à Hanovre.

Fabrication du fil de fer en Westphalie, par M. Meinhardt, ingénieur à Creuzthal.

De l'enseignement de la construction des machines dans les Écoles techniques supérieures, par M. E. Blum, directeur des ateliers de la Compagnie de Berlin-Anhalt.

Nouveau moyen de faire sauter les roches (*suite*).

Laminage à froid du fer et de l'acier.

Mise en communication des paratonnerres avec les tuyaux de conduite d'eau ou de gaz.

Pont sur le Volga.

Nouveau pont de Porto sur le Douro.

Résultats d'exploitation des locomotives Compound du chemin de fer de Bayonne à Biarritz.

Chauffage et ventilation de l'École Monge, à Paris.

Machines et appareils pour les forges à l'Exposition de Düsseldorf.

3^me^ *livraison.*

Construction des turbines (*suite*).

Soupapes pour pompes à grande vitesse, par M. Bach.

Machines à vapeur à trois cylindres de Siegel, par M. Gebhard.

Pyromètre à graphite, par M. Beckert, ingénieur de l'Usine Georges-Marie, à Osnabruck.

Nouveau moyen de faire sauter les roches (*suite*).

Palan à vis avec palier de buttée de E. Becker, à Berlin.

Étude sur les indicateurs et particulièrement sur l'indicateur de Dreyer, Rosenkranz et Droop, de Hanovre, par M. Rosenkranz.

Baromètre anéroïde avec vis micrométrique.

Laboratoires de l'Université de Londres.

Chauffage des chaudières à vapeur.

Four à chaux, ciment et poteries de Emmel.

Le yacht l'*Anthracite*.

Essais sur la résistance et l'élasticité des courroies de cuir et autres matières.

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ET ARCHITECTES D'AUTRICHE.

N° 1. — 1881.

Communication sur le chemin de fer sur le bord du Danube

de Vienne à Kaiser-Ebersdorf et sur **le chemin d'intérêt local de Ebersdorf à Wübenthal**, par M. Ludwig Huss.

De l'influence des matériaux sur le style des constructions, par M. Franz Auer, architecte.

Sur la vitesse d'ouverture et de fermeture des lumières avec les différents systèmes de distribution de vapeur, par M. J. Illeck, ingénieur.

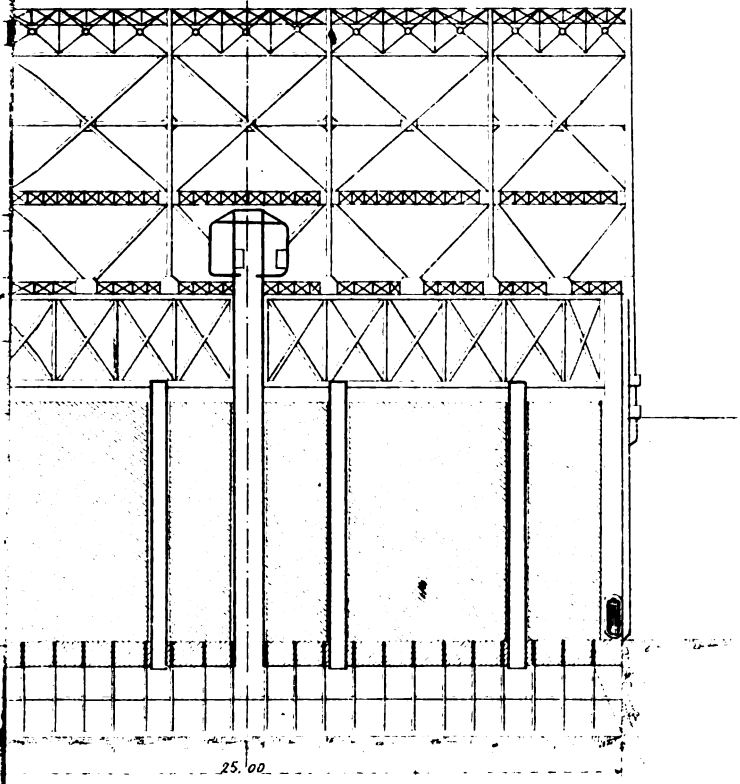
Le Secrétaire-Rédacteur,

A. MALLET.

PARIS. — IMPRIMERIE E. CAPIOMONT ET V. RENAULT, RUE DES POITEVINS,
Imprimeurs de la Société des Ingénieurs civils.

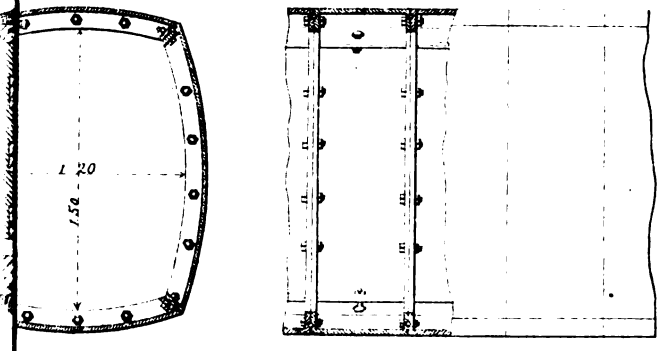
mobile.

6 Coupe longitudinale.



Détails des conduites en fonte.

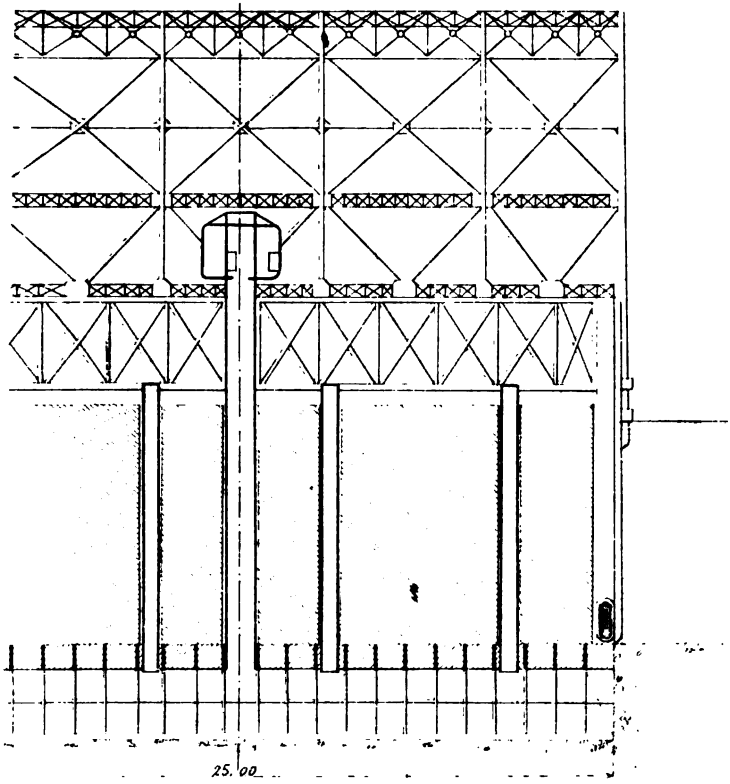
oupe en travers. Fig. 9. Coupe longit.le Vue extérieure



A. Broise & Courtier, 45 R. de Dunkerque Paris.

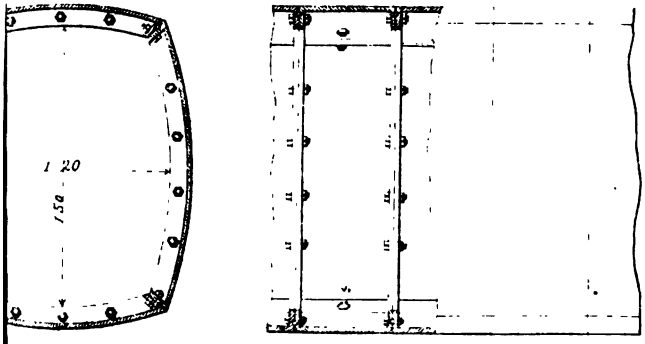
nobile.

Coupe longitudinale.



Détails des conduites en fonte.

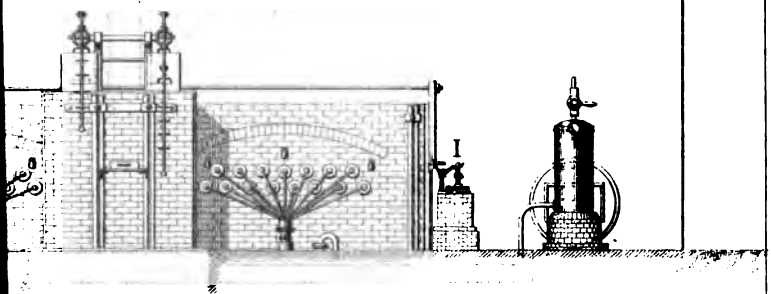
Coupe en travers. Fig. 9. Coupe longit.le Vue extérieure



Imp. A. Bruise & Courtier, 46 R. de Dunkerque, Paris

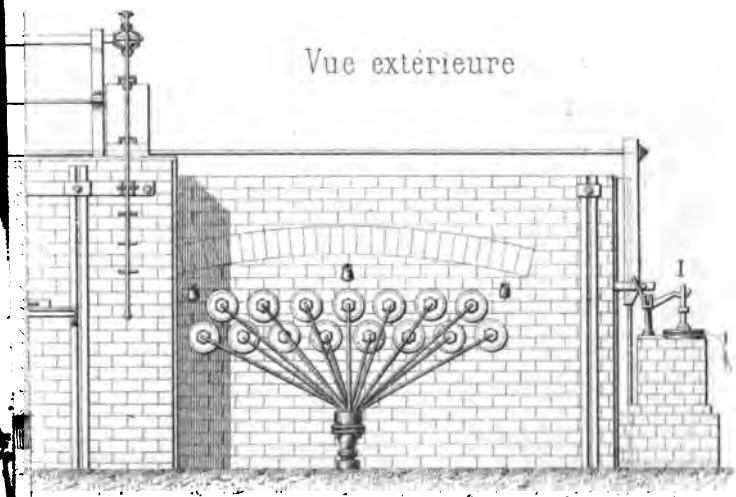
Vue par bout .

Echelle $\frac{1}{100^e}$



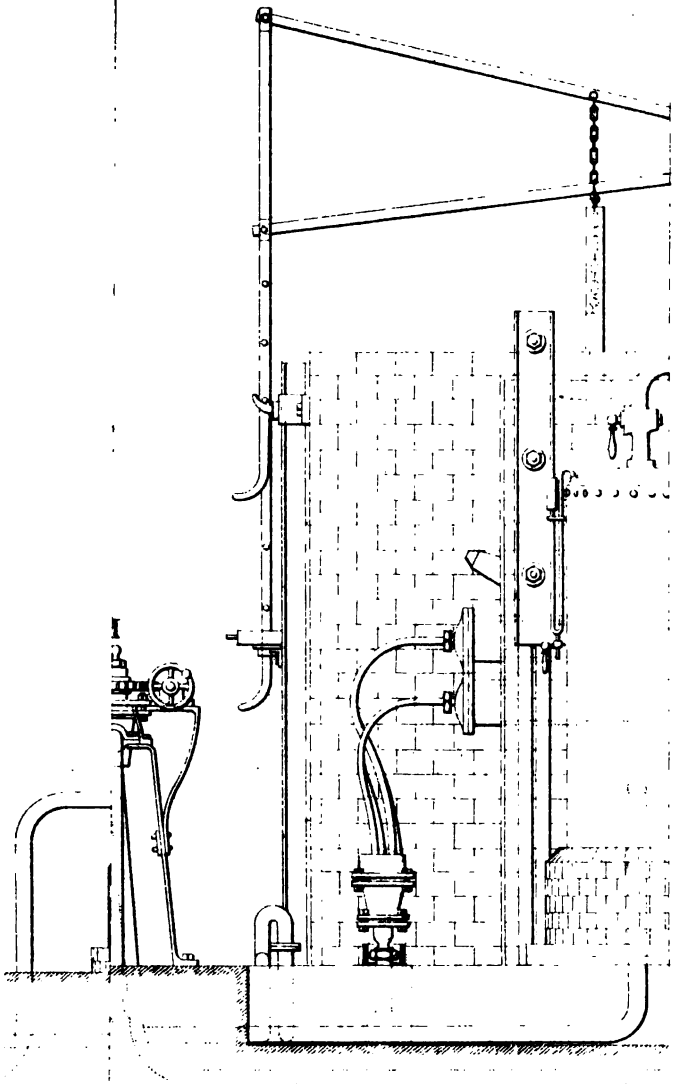
our .

Vue extérieure



H

elle $\frac{1}{50^e}$



(2218-5-81) Aut. Impr. A. Parent, 4 Commun. 52, R. de Pontoise, Paris

MÉMOIRES

ET

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

MAI 1881

N° 5

Pendant le mois de mai les questions suivantes ont été traitées :

1° *Ports de Marseille*, par M. Douau, séance du 6 mai, page 539.

2° *Société de secours des Amis des Sciences* (Inscription de la Société des Ingénieurs civils, comme fondateur de la), séance du 20 mai, page 555.

3° *Associations de propriétaires d'appareils à vapeur*, par M. Jourdain, séance du 20 mai, page 555.

4° *Port de Dublin* (Améliorations apportées au), par M. Cantagrel, séance du 20 mai, page 559.

Pendant le mois de mai la Société a reçu :

De M. Terrier, membre de la Société, un exemplaire d'une *Note sur le Style byzantin* (Extrait du *Dictionnaire de l'Industrie et des Arts industriels*).

De M. Yvon-Villarceau, membre de la Société, un exemplaire de sa *Note sur les méthodes de Wronski*.

Les Membres nouvellement admis sont :

Comme membres sociétaires :

MM.	Cristiani,	présenté par MM.	Barbier, Guitton et Delage.
	Dagniault,	—	Dumont, A. Vuigner et H. Vuigner.
	Flavistsky,	—	Demimuid, Herscher et Ser.
	Hubner,	—	Armengaud jeune, Farcot et Simon.
	Lanet,	—	Carimantrand, Mallet et Marché.
	Leblanc,	—	Carimantrand, Mallet et Marché.
	Teixeira Soarès,	—	Alvin, Bandérali et Loustau.
	Terrier,	—	Herscher, Muller et Trélat.

Comme membres associés :

MM. Clémançon, présenté par MM. Mallet, Marché et Pontzen.
Deshorties de Beaulieu, présenté par MM. Douau, Ermel et Mallet.

NOTE

SUR

LE RÉSERVOIR D'ORÉDON

ET L'ALIMENTATION DE LA NESTE

PAR M. J.-C. CARRIÉ.

Dans la partie centrale et sur le versant nord de la chaîne des Pyrénées, aux confins de l'Espagne, dans le département des Basses-Pyrénées, existe un vaste bassin naturel limité par des crêtes dont l'altitude varie entre 2536 mètres (pic d'Anglade) et 3194 mètres (pic Long). Figure 1.

C'est la région des lacs : dans le fond de cette vaste enceinte, formant plusieurs étages ou gradins successifs, et dont la superficie atteint 28.288.000 mètres carrés, on rencontre au sud : les lacs de Cap-de-Long, de Loustallat et d'Orédon ; au nord : ceux de Laquettes d'Orédon, d'Aumar et d'Aubert ; puis le glacier permanent d'Aubert.

L'altitude de ces lacs varie entre 1850 et 2200 mètres ; leur profondeur est considérable et atteint 50 mètres sur plusieurs points. La longueur de l'un d'eux (celui de Cap-de-Long) n'est pas moindre de 1300 mètres, avec une largeur moyenne de 450 mètres.

Toutes les eaux recueillies dans ce bassin s'écoulent vers le lac inférieur, celui d'Orédon, placé à l'extrémité aval et où prend naissance une rivière torrentielle, la Neste d'Aure. Celle-ci arrose une fertile vallée et se jette dans la Garonne au-dessus de Montrejeau, après un parcours de 70 kilomètres environ.

La Neste, arrivée à quelques kilomètres de Lannemezan (chef-lieu de canton des Hautes-Pyrénées, auprès duquel un camp était établi pendant les dernières années de l'empire), tourne brusquement à l'est

et longe le pied d'un plateau élevé sur lequel Lannemezan est bâti, à l'altitude moyenne de 550 mètres. Sur ce plateau, vaste plaine inculte, aride et desséchée, passe la ligne de partage des eaux des bassins de la Garonne et de l'Adour.

C'est le dernier épaulement latéral du massif des Pyrénées, la terrasse centrale vers laquelle convergent tous les côteaux qui forment les contreforts transversaux de la chaîne. Ces côteaux descendent du plateau de Lannemezan en lignes presque droites, s'écartant en éventail jusqu'à la Garonne.

Dans leurs thalwegs, coulent les Baïse, le Gers, l'Arrats, la Garonne et la Save, petites rivières qui se jettent dans la Garonne, dans la partie de son cours qui est comprise entre Grenade et Aiguillon.

Le pays arrosé par ces faibles cours d'eau, figure un vaste triangle irrégulier, dont la Garonne forme la base vers le nord et qui a son sommet au midi, sur la lande de Lannemezan. Il embrasse une partie des départements des Hautes-Pyrénées, de la Haute-Garonne, de Tarn-et-Garonne, du Gers et de Lot-et-Garonne, sur une superficie de 6700 kilomètres carrés (figure 2).

Les cours d'eau que nous venons de nommer sont très peu importants et le débit, pendant la saison d'été, est presque insignifiant dans toute la partie supérieure de leur parcours, arrosant la lande précitée.

Il y avait donc, aussi bien pour l'industrie que pour l'agriculture de toute cette région, un avantage énorme à réaliser, en augmentant dans de notables proportions la masse d'eau dont on pouvait disposer dans ces rivières.

La configuration toute particulière de ces bassins secondaires, venant prendre leur origine pour ainsi dire au même point, auprès et peu au-dessus d'une rivière flottable qui s'alimente au réservoir important dont il est question en tête de cette note, indiquait clairement le système à adopter pour l'aménagement des eaux. Ce système se subdivise en trois parties distinctes :

1° *Barrage du lac d'Orédon*, transformé en réservoir d'alimentation de la Neste, pour permettre la distribution rationnelle, pendant la saison sèche, des eaux accumulées dans le bassin naturel pendant la saison pluvieuse.

2° *Dérivation des eaux de la Neste*, à conduire, par un canal, sur le point culminant du plateau de Lannemezan.

3° *Distribution des eaux* du canal principal, amenées dans les cours d'eau désignés plus haut, au moyen de rigoles secondaires.

Le service des ponts et chaussées a été chargé d'exécuter aux frais de l'État, l'ensemble de ces travaux. La dépense nécessaire pour les mener à bonne fin est considérable, sans doute; mais comme il s'agit d'une œuvre de longue haleine, les crédits doivent nécessairement se répartir sur un grand nombre d'exercices et, de ce chef, le budget général annuel de l'État ne se trouve grevé que de sommes relativement peu importantes.

D'ailleurs, on se trouve ici en présence d'une dépense que l'on pourrait, avec quelque raison, taxer de simple avance de fonds : l'État, en effet, est certainement appelé à récupérer largement les sommes consacrées à ces travaux.

Le développement de l'industrie, l'amélioration des terres déjà cultivées et la mise en valeur d'une immense superficie de landes improductives (auxquelles l'eau seule manquait), produiront une augmentation de la richesse publique, dont la conséquence directe et immédiate, sera une plus-value notable dans le rendement des impôts perçus dans cette région.

En outre, les concessions d'eau que l'État sera amené à faire aux riverains, à des prix très bas évidemment, puisqu'il ne s'agit pas ici d'une entreprise particulière devant avant tout songer à rémunérer le capital engagé, ces concessions, disons-nous, atteindront dans un avenir peu éloigné, un chiffre que nous croyons devoir être important.

Cela posé, il s'agissait d'arrêter le programme des travaux de façon que ceux-ci profitassent aux intéressés dans le plus bref délai possible, au fur et à mesure de leur exécution et sans qu'il fallût attendre pendant de longues années les effets du complet achèvement de leur ensemble.

I

On a donc commencé, il y a une vingtaine d'années, le canal de dérivation des eaux de la Neste.

Ce canal, à section assez développée, a son origine auprès et au-dessus du village de Sarrancolin (figure 2).

La prise d'eau est formée par une digue en maçonnerie avec déversoir de superficie, traversant normalement la Neste. Le débit est réglé par un vannage ordinaire.

Le canal, dont la longueur totale atteint 32 kilomètres environ, est établi à flanc de côteau, sur la rive gauche.

Il a une faible pente longitudinale et sa construction n'a nécessité aucun travail particulièrement remarquable.

Il aboutit à la Baïse-Darré, l'un des trois ruisseaux dont la réunion forme le cours d'eau appelé Baïse.

II

Des canaux de distribution ou rigoles secondaires ont été construits ensuite. Leur ensemble forme le réseau destiné à alimenter les cinq rivières connues sous les noms de Baïse, Gers, Arrats, Gimone et Save, en leur amenant les eaux du canal de la Neste et en rectifiant leur cours supérieur de manière à conduire les eaux sur les points de faîte d'où elles peuvent être le mieux utilisées et dirigées.

L'exécution de ces deux premières parties du programme d'ensemble, a déjà permis d'atteindre un premier et important résultat : l'alimentation, dans une certaine mesure, avec les eaux de la Neste, des rivières qui descendent du plateau de Lannemezan.

Sans doute, les eaux que l'on a pu détourner sans inconvénient de la Neste alimentée naturellement par son réservoir libre, ne représentaient pas un volume d'eau bien considérable. Tout le monde sait, en effet, que les rivières torrentielles qui descendent de nos montagnes, donnent peu d'eau en pleine saison d'été ; les neiges et les glaciers temporaires qui les alimentent en partie, fondant généralement avec

assez de rapidité, au commencement de cette saison et à l'époque, précisément, où tous les ruisseaux coulent abondamment et où l'on a peu de besoin d'un surcroît de débit.

Cependant cette quantité d'eau fraîche et vive, quoique restreinte, a suffi pour produire de très bons effets sur les points où elle a été utilisée. L'amélioration qui s'est produite dans quelques parties de la lande aride et desséchée de Lannemezan, indiquait déjà ce qu'il serait possible de faire lorsque l'achèvement du barrage-réservoir d'Orédon aurait permis de disposer d'une quantité d'eau suffisante et pouvant être utilisée en temps opportun.

III

RÉSERVOIR D'ORÉDON

Le lac d'Orédon, destiné à former le réservoir de la Neste, est placé à une altitude de 1850 mètres; à l'étiage, il présente une longueur de 1050 mètres et une largeur de 450 mètres, sur une profondeur moyenne de 30 mètres. Sa superficie, qui est de 47 hectares 25 ares en temps d'étiage, atteindrait 60 hectares avec une retenue de 15 mètres au-dessus de cet étiage. En établissant la prise d'eau à 12 mètres en contre-bas du même étiage, on obtient une retenue totale de 27 mètres de hauteur, correspondant à une superficie moyenne de 50 hectares.

Le cube total emmagasiné dans ce réservoir, s'élèverait donc à, environ, 13.500.000 mètres cubes d'eau.

La superficie totale du bassin collecteur limité par les crêtes environnantes et dont les eaux se déversent entièrement dans le lac, est (comme il a été dit plus haut) de 28.288.000 mètres carrés. Il s'ensuit que l'approvisionnement total de la retenue correspond à une lame d'eau de $0^{m},477$ de hauteur, recouvrant toute la superficie du bassin.

Les expériences faites pendant plusieurs années, ont indiqué cette hauteur comme correspondant sensiblement (évaporation déduite), à la quantité d'eau tombant annuellement dans cette région.

Mais des jaugeages réitérés et faits avec soin, ont démontré que les sources et la fonte des glaciers temporaires, augmentent le débit à un point tel, que les eaux du lac s'élèvent moyennement de 2 mètres par

jour, du mois de juin au mois d'octobre, soit pendant quatre mois d'une année moyennement pluvieuse.

Et en admettant, ce qui est exagéré, que les neiges et la congélation des eaux rendent le débit à peu près nul pendant les huit autres mois, on n'en disposerait pas moins, encore, de 950.000 mètres cubes d'eau par jour, pendant toute la saison sèche. En utilisant ces eaux d'une manière continue, pendant cette période, on aurait donc à sa disposition un débit de 11 mètres cubes par seconde; ce qui est suffisant, la Neste étant déjà alimentée, en aval et pour le surplus, par ses affluents le Louron et la Neste d'Aragnouet, ainsi que par tous les ruisseaux descendant des versants élevés entre lesquels coulent ces rivières.

En pratique et en tenant compte des interruptions d'écoulement que les jours de pluie permettraient, on arrivera donc facilement à obtenir un débit total de 15 mètres par seconde, à l'entrée du canal de dérivation de la Neste, à Sarrancolin.

Et une notable partie de ce débit peut être détournée sans inconvénient et appliquée à l'arrosage du plateau de Lannemezan.

Remarquons que le barrage aura, aussi, pour effet de préserver la vallée de la Neste des crues subites et considérables qui se manifestent presque périodiquement à chaque fonte des neiges et occasionnent souvent d'importants dégâts aux propriétés riveraines.

Nous allons maintenant passer à la description du barrage (figure 3), partie la plus importante de l'ensemble des travaux et qui fait, plus particulièrement, l'objet de la présente note.

Dans l'origine, il fut question de former le barrage au moyen d'un mur en maçonnerie, avec parois dont le fruit se serait peu écarté de la verticale.

Ce projet a été rejeté pour deux raisons principales :

D'abord, les conditions climatologiques de cette région auraient influé d'une manière fâcheuse sur la conservation de cet énorme massif de maçonnerie, exposé directement à l'action destructive des glaces, des neiges et des gelées intenses qui, à cette altitude, se succèdent sans interruption pendant la plus grande partie de l'année. Et, en cas d'accident, d'avarie grave, il eût été aussi coûteux que difficile

de se procurer à bref délai les ouvriers spéciaux et les matériaux qu'une importante réparation aurait nécessités.

Ensuite, l'éloignement des centres de fabrication et la difficulté des transports en montagnes, auraient fait ressortir à un prix très élevé les matériaux à employer; les moellons seuls pouvant se trouver sur place.

On a donc été conduit, logiquement, à renoncer au barrage en maçonnerie, pour adopter un barrage en remblai pourvu, du côté de l'eau, d'un revêtement de défense. Cette solution est assurément la plus satisfaisante, tant au point de vue de l'économie des frais de premier établissement, qu'à celui de la solidité de l'ouvrage et des facilités plus grandes qu'elle comporte pour les réparations et l'entretien de cet ouvrage.

Le barrage est établi au sud-est du lac, au point où la Neste prend sa source. La berge, en cet endroit, est formée par des roches gigantesques compactes, dans le massif desquelles une rigole a été creusée à la mine, sur une longueur de 250 mètres, une largeur de 4 mètres et une profondeur moyenne de 8 mètres environ.

C'est le canal de fuite des eaux, aboutissant au lit ancien de la Neste, auquel il les conduit par une pente longitudinale de $0^{m},005$ par mètre.

Cette rigole a été prolongée dans le lit du lac, jusqu'au point où ce lit atteint une profondeur de 12 mètres en contre-bas de l'étiage.

Un massif de 12 mètres d'épaisseur, en roc vif, a été laissé à l'entrée du réservoir. Il a été percé, à sa partie inférieure, d'un petit canal ou tunnel dans lequel sont placés les tuyaux de fuite dont il sera parlé plus bas.

Deux aqueducs superposés, l'un supérieur, pour le passage du garde chargé de la distribution des eaux, l'autre inférieur, pour le passage de ces eaux, occupent le fond de la tranchée.

Ils font suite au massif ci-dessus et s'étendent vers l'aval, sous l'empâtement du remblai, sur une longueur de 74 mètres.

C'est au-dessus de ce double couloir et sur le massif plein d'amont, formant obturateur, que sont établis les remblais formant le corps du barrage proprement dit.

La longueur de ce barrage, à la crête, est de 95 mètres et son épaisseur, à la base, atteint 86 mètres se réduisant à $8^{m},75$ au sommet. Ce sommet est placé à $29^{m},50$ en contre-haut du plafond du canal de fuite et à 19 mètres au-dessus du sol naturel (sur l'axe).

La crête forme une chaussée de 4 mètres de largeur avec banquettes en amont et en aval ; elle est établie à 2 mètres en contre-haut du niveau maxima de la retenue, et ses extrémités viennent rencontrer les deux versants entre lesquels le lac est placé.

Du côté d'aval, le talus est réglé suivant une pente uniforme de $1^m,75$ de base pour 1 de hauteur, divisée en quatre zones par des banquettes de 1 mètre de largeur, avec rigoles pavées pour l'écoulement des eaux pluviales reçues par ce talus.

Du côté d'amont, le talus présente un plan continu, avec inclinaison de $1^m,50$ de base pour 1 de hauteur.

Le remblai est formé de terres et fragments détritiques, pris dans les environs et soigneusement damés et pilonnés.

Le cube total des terrassements dépasse 44.000 mètres cubes.

Pour assurer l'étanchéité du remblai, le talus d'amont est revêtu d'une couche de béton avec mortier de ciment, d'une épaisseur moyenne de $1^m,60$, se réduisant à $1^m,20$ au sommet. Ce revêtement affecte, à sa base, la forme d'un parallélipipède rectangle coulé dans le roc, creusé à cet effet sur 2 mètres de profondeur et $7^m,50$ de largeur, raccordé, à l'intérieur, avec le revêtement proprement dit, par une courbe parabolique. Cette disposition a pour effet d'asseoir le revêtement sur une base solide et stable et qui, par sa forme, s'oppose efficacement aux glissements et, surtout, aux filtrations qui auraient pu se produire dans la partie inférieure et à la rencontre du sol naturel.

Le parement extérieur du bétonnage est recouvert d'un enduit en asphalte. Pour mettre cette paroi à l'abri des chocs et de l'action directe des fortes gelées, comme aussi pour la préserver du contact immédiat des glaces et des neiges qui doivent s'y amonceler pendant plusieurs mois, on l'a revêtue d'une couche de sable et pierrailles tassées, sur laquelle repose un perreyage à pierres sèches, jointives et posées à la main.

L'épaisseur totale de ce revêtement de défense est de 1 mètre.

Du côté d'aval, le talus est gazonné et planté d'arbustes sur toute sa superficie.

Le massif du remblai est consolidé à sa base, vers l'aval, par un enrochement en blocs gigantesques de très fortes dimensions et dont la section trapézoïdale atteint 40 mètres carrés.

On est ainsi parvenu à asseoir le pied du remblai sur une base assez

résistante pour prévenir tout éboulement, et dont la cohésion mettra l'ouvrage à l'abri des affouillements qu'une très forte filtration pourrait amener, en faisant couler et entraînant les terres et menus matériaux qui composent la masse du remblai.

L'appareil régulateur de la prise d'eau se compose de onze tuyaux horizontaux en fonte, de $0^{m},30$ de diamètre intérieur sur 7 mètres de longueur, disposés en deux rangées superposées. Ces tuyaux sont noyés dans un massif de béton formant obturateur à l'entrée du couloir, vers le lac.

Chaque tuyau est pourvu, à l'extrémité aval, d'un robinet à tige qu'un homme, placé dans l'aqueduc supérieur, peut manœuvrer sans difficulté.

La section totale du débouché de ces tuyaux, $0^{mq},7775$ est, comme on peut le vérifier facilement, supérieure au minimum nécessaire pour qu'en tout temps on puisse commander le débit du lac, maintenir ou abaisser à volonté le niveau des eaux et, au besoin, vider le réservoir. Le débit, sous une charge de 25 mètres, tous les robinets étant ouverts atteindrait, en effet, 17 mètres cubes par seconde et nous avons vu que le débit moyen du lac ne dépassait pas 11 mètres par seconde.

Dans le cas où il serait nécessaire d'effectuer à la partie inférieure du barrage des réparations devant durer assez longtemps, un barrage mobile, à poutrelles, a été ménagé à 15 mètres en amont de l'obturateur. Cette retenue qui peut, le cas échéant être portée à une hauteur de 5 mètres, permettrait facilement, eu égard au faible débit du lac pendant l'arrière-saison d'été, par exemple, de consacrer aux réparations à faire à sec, tout le temps qui serait jugé devoir être nécessaire.

NOTE

SUR DES AMÉLIORATIONS

DU PORT DE DUBLIN

PROCÉDÉ DE FONDATION DE QUAIS A LA MER

PAR M. **CANTAGREL.**

Aucun port du Royaume-Uni n'a vu son commerce s'accroître aussi rapidement que celui de Dublin dans les 20 dernières années. L'augmentation du trafic de cette place est due sans doute, pour une part, à la prospérité croissante des trois royaumes; mais on doit surtout l'attribuer à la convergence, vers la capitale, de toutes les voies ferrées et navigables de l'Irlande. Si bien que Dublin est devenu, naturellement, le marché et l'entrepôt d'une grande partie du pays.

Dans la période qui s'étend de 1857 à 1877, le tonnage du port de Dublin a doublé et au delà. On y comptait, en 1857, un mouvement de 880,844 tonnes, en 1877 on y compte 1,973,781 tonnes et l'on va dépasser, en 1878, le chiffre de 2,000,000 de tonnes.

Nous avons réuni, pour mieux indiquer la prospérité croissante du port de Dublin, les chiffres des ports de Glasgow et de Liverpool et des trois ports importants d'Irlande : Dublin, Cork et Belfast.

ANNÉES	LIVERPOOL COMPRIS BIRKENHEAD.	GLASGOW.	DUBLIN.	CORK.	BELFAST.
1855.....	4.096.160	1.666.518	882.719	328.658	744.364
1856.....	4.320.618	1.673.096	904.903	347.126	772.127
1857.....	4.645.362	1.612.681	880.844	384.167	796.968
Moyenne des trois années précédentes.	4.354.047	1.650 765	889.488	353.317	771.153
1875.....	6.588.731	2.249.857	1.677.543	623.463	1.434.754
1876.....	6.805.970	2.298.076	1.879.886	740.558	1.497.585
1877.....	7.000.726	2.428.616	1.973.781	740.201	1.566.752
Moyenne des trois années précédentes.	6.798.476	2.325.516	1.843.737	701.407	1.499.697

Il résulte de ce tableau que, si le trafic des ports de Liverpool et de Glasgow a augmenté de 50 pour 100, celui des ports de Belfast et de Cork a presque doublé, et que celui du port de Dublin a plus que doublé. Le tonnage indiqué pour Glasgow est, on le voit, un peu plus du quart de celui de Liverpool; et le trafic de ce dernier port est loin d'atteindre le quadruple du trafic de Dublin.

Ce n'est pas à une seule classe de navires qu'est due la prospérité croissante de Dublin; en effet, si le commerce de petit cabotage, qui comptait, en 1857, dans le mouvement du port pour 821,640 tonnes, compte aujourd'hui pour 1,543,861 tonnes, c'est-à-dire presque le double, le commerce de long cours, qui répondait en 1857 à 67,848 tonnes, apporte en 1877 : 299,876 tonnes, soit quatre fois plus.

Durant une assez longue période et jusqu'en 1855, il n'y avait d'autres quais que ceux de la Douane; quais bien imparfaits puisque, à basse mer, leur pied était à sec. A la suite de nombreuses réclamations, on construisit des jetées en bois situées sur l'emplacement actuel du quai Nord (North Wall). On avait là 2m,40 d'eau à mer basse.

Ce n'était certes pas satisfaisant, mais il fallut longtemps s'en contenter. Les services de transport entre l'Irlande et la Grande-Bretagne n'exigeaient pas plus alors; quant aux navires de long cours, les plus petits pouvaient pratiquer le port, mais les navires d'un tonnage un peu fort devaient être allégés pour arriver à quai.

Ce fut en 1864 que l'on commença réellement à s'occuper de l'approfondissement du lit de la Liffey qui constitue le port de Dublin. On construisit 210 mètres du quai Nord actuel. L'effet de cette construction fut tel, que les navires trouvaient couramment 5m,10 d'eau à basse mer au pied du quai.

En 1870, enfin, commencèrent les améliorations les plus considérables. On reconstruisit ou l'on fonda 1,950 mètres de quais. On eut alors de 4m,50 à 7m,20 à basse mer, au pied des quais, et les services de communication se firent à heures fixes et non plus à heure de marée. Quant aux long-courriers, grâce à l'abaissement de la barre, ils pouvaient entrer dans le port et n'avaient plus à redouter, pour venir à quai, l'opération, toujours dangereuse, d'un transbordement dans les allèges.

De grand port d'échouage, Dublin était devenu port de commerce.

La construction des quais continuant, et le nombre des navires qui pratiquaient le port augmentant sans cesse, on décida la construction

d'un bassin à flot. On se proposa d'avoir 7m,20 d'eau, à basse mer, dans le bassin, et 6m,60 sur la face des quais longeant la rivière, de façon à recevoir, à tout instant de la marée, même les plus forts navires.

La construction commença en 1871, et aujourd'hui 1,000 mètres de quais ont été fondés par un procédé curieux, que nous allons exposer, et qui permet de supprimer toutes les dépenses de caissons, d'épuisement et autres qui augmentent le prix des travaux à la mer.

Ce procédé consiste à employer des blocs de maçonnerie, faits d'avance et ayant la forme voulue pour la fondation du mur de quai. — Chaque bloc a 8m,70 de hauteur, 3m,35 de longueur et 6m,35 de largeur à la base; il pèse 350 tonnes. (*Voir* pl. 25.)

On établit à terre, sur un quai spécial, les moules en bois servant à faire les blocs. On place sur le sol, à des points déterminés, deux caisses en fonte semblables à celles figurées au croquis, et qui serviront pour enlever le bloc. Puis on fait le bloc en béton, en réservant dans la masse quatre cheminées rectangulaires. Le bloc fini sèche pendant trois mois environ. On introduit, par les cheminées, des barres terminées aux deux extrémités par des T. On tourne ces barres dans les boîtes inférieures et l'on a ainsi quatre points d'appui permettant l'enlèvement du bloc. Les T supérieurs sont réunis deux à deux sur des jougs après lesquels peuvent s'attacher les crochets d'une grue flottante que nous allons décrire.

Cette grue est montée sur un fort bateau en tôle à fond presque plat.

La cale est divisée en plusieurs parties. A l'arrière se trouve une grande caisse à eau. A l'avant sont, de chaque côté de l'axe, deux caisses à eau plus petites. Au centre se trouvent la machine motrice et la chaudière. La machine actionne sur le pont les treuils de la grue et tous les treuils et cabestans nécessaires pour le touage du bateau.

Sur le pont, fortement charpenté, se trouve le support des moufles de la grue.

Le bloc étant sec, on amène la grue le long du quai de séchage. Puis, à marée basse, on attache les deux crochets des moufles aux jougs qui portent les barres d'enlevage. On met ensuite les treuils en marche et l'on serre assez pour que l'avant du bateau se trouve au niveau de l'eau, et que le pont soit légèrement incliné. On met alors en marche des pompes centrifuges qui remplissent la caisse d'arrière, et peu à peu le bateau revient à sa position normale. Puis, l'effort de

la marée aidant, le bloc se trouve bientôt arraché du plancher de séchage et un peu soulevé. On le laisse redescendre pour le plonger en partie dans l'eau et l'on équilibre entièrement le bateau en introduisant, dans les caisses latérales, assez d'eau pour lui donner l'horizontalité.

La grue, avec son chargement, se toue alors à la place que le bloc doit occuper, et, solidement amarrée, attend la marée basse.

C'est à marée basse que l'on descend le bloc sur le fond préparé comme nous le dirons tout à l'heure. Chaque bloc occupe dans le pied du quai une longueur de $3^m,35$. Lorsque plusieurs tranches de l'infrastructure ont été placées ainsi côte à côte, on coule du béton entre elles et l'on commence la superstructure. La partie supérieure du quai se construit à la manière ordinaire. Le mur fini présente une hauteur totale de $13^m,50$.

En dehors de la grue de transport, il y a d'autres engins nécessaires. Principalement une cloche à plongeur pour niveler le fond sur lequel repose le bloc. Cette cloche pèse 80 tonnes. La chambre de travail, en tôle, recouvre une surface de 2 mètres carrés; elle a $1^m,85$ de hauteur. La cheminée, de $0^m,90$ de diamètre, s'élève à $13^m,25$ au-dessus du niveau inférieur de la cloche. Cette hauteur suffit à Dublin, mais peut être augmentée. A la partie supérieure de cette cheminée se trouve une chambre à air, éclusée, servant au passage des ouvriers.

Dans la chambre de travail se trouvent deux larges auges en tôle dans lesquelles les ouvriers jettent les déblais. Lorsque ces récipients sont pleins, on soulève la cloche à $1^m,50$ environ du fond et on la porte en arrière de la ligne du quai à construire. Puis, défaisant un déclic, on fait basculer les deux auges qui se déchargent. On rapporte ensuite la cloche à sa position primitive.

Les travaux du port de Dublin ont nécessité l'emploi de deux grues flottantes et d'une seule cloche. Ces trois engins ont coûté ensemble 625,000 francs.

Ce procédé peut être employé pour la construction des digues ou brise-lames et des phares ou balises en maçonnerie. On achève en ce moment, à l'extrémité du Bull-Quay, qui forme la rive nord de l'entrée du port de Dublin, un phare dont la base a été fondée au moyen des engins ci-dessus décrits. Le phare repose sur deux blocs semi-circulaires, pesant 350 tonnes chacun. Réunis, il forment un cylindre de $4^m,80$ de hauteur et de 9 mètres de diamètre; construits sur le

quai de séchage des blocs, ils ont été transportés à travers le port à une distance de 5 kilomètres environ, et posés sur les blocs de grès rouge, qui forment le Bull-Quay.

On a de même utilisé les grues pour transporter au phare de Poolbeg, au sud du port, trois blocs artificiels devant servir à protéger sa base. Ces blocs pèsent chacun 140 tonnes.

Le procédé, assez curieux, que nous venons d'exposer nous paraissait mériter d'être connu, surtout lorsque les travaux de port semblent devoir prendre un nouvel essor en France, et quand on voit employer pour les travaux en cours d'exécution des blocs artificiels d'un poids toujours croissant.

Nous ajouterons qu'après avoir assisté à l'enlevage d'un de ces blocs, nous ne voyions qu'un inconvénient : c'est que le bloc s'inclinât une fois mis en place. Il résulte de renseignements fournis par M. B.-B. Stoney, ingénieur civil, dirigeant à Dublin les travaux du port, que les blocs n'ont tendance à s'incliner que sur l'argile. Cette inclinaison, très minime du reste, se fait sentir dans les cinq minutes qui suivent l'immersion. Mais jamais, dit M. Stoney, on n'a observé de mouvement dans un bloc resté fixe pendant les cinq premières minutes.

NOTE

SUR LES

ASSOCIATIONS DE PROPRIÉTAIRES

D'APPAREILS A VAPEUR

PAR M. JOURDAIN.

Il y a cinq ans, j'entretenais la Société de l'Association parisienne des propriétaires d'appareils à vapeur, qui venait d'être fondée, et je disais quelques mots sur les Associations analogues qui existaient déjà ou étaient en voie de formation dans les principaux centres industriels de France.

Aujourd'hui ces Associations ont pris une grande importance, et l'Administration, tenant compte des services nombreux rendus par elles, a voulu leur donner une existence officielle en les appelant à lui prêter leur concours.

Il a donc paru intéressant à notre Président de mettre la Société au courant des progrès accomplis, et je vous demanderai la permission de vous entretenir pendant quelques instants des Associations de propriétaires d'appareils à vapeur.

La première Association fut fondée en 1855, à Manchester, sous les auspices de W. Fairbairn et avec la désignation de *The Manchester Steam Users Association*. Cette Association, dont le principe a été suivi par la plupart des Associations qui se sont fondées par la suite sur le continent, avait, dans l'origine, pour ressources, les cotisations annuelles de ses membres et s'occupait uniquement de la surveillance des chaudières au point de vue de la sécurité et de l'économie.

En 1859, se fonda la *Boiler Insurance and steam Power Company*. Celle-ci n'était plus une Association comme la précédente, mais une

véritable Société financière par actions, surveillant bien aussi les chaudières, mais, en outre, les assurant contre les risques d'explosions.

Le succès obtenu promptement par ces Sociétés leur suscita des imitateurs.

En 1865, *the Manchester Association* joignit l'assurance à son inspection, et aujourd'hui on compte, en Angleterre, dix Sociétés analogues faisant à la fois l'assurance et la surveillance de 44,000 chaudières environ.

En Allemagne, les Associations sont fort nombreuses; on n'en compte, en effet, pas moins de vingts-trois, surveillant près de 15,000 chaudières, mais sans assurances.

Ce grand développement des Associations en Allemagne, dont la plus ancienne ne date que de 1868, s'explique facilement par ce fait que les lois et règlements relatifs aux appareils à vapeur imposent des visites et épreuves périodiques, mais dispensent les membres des Associations, agréées par l'Administration, de la revision par les agents officiels spéciaux. En outre, l'Administration a délégué ses pouvoirs à la plupart des Associations pour l'épreuve à froid et le timbrage des générateurs.

En Suisse, il n'existe qu'une Association fondée à Zurich, en 1869; mais elle est relativement la plus importante de toutes; elle surveille, en effet, 1,400 chaudières, soit 70 pour 100 environ du nombre total d'appareils que possède la Suisse.

Il n'existe également qu'une Association en Autriche. Créée en 1872, elle a son siège à Vienne et surveille environ 5,000 chaudières.

En Belgique, une seule Association, fondée en 1872, a son siège à Bruxelles et compte dans son sein près de 2,000 chaudières.

La première Association française fut fondée, en 1867, à Mulhouse; aujourd'hui il en existe huit, dont la surveillance s'étend sur plus de 5,000 chaudières et qui sont :

L'Association alsacienne, à Mulhouse, fondée en 1867;

L'Association du Nord de la France, à Lille, fondée en 1873;

L'Association de la Somme, de l'Aisne et de l'Oise, à Amiens, fondée en 1874;

L'Association normande, à Rouen, fondée en 1874;

L'Association parisienne, à Paris, fondée en 1875;

L'Association lyonnaise, à Lyon, fondée en 1876;

L'Association de l'Ouest, à Nantes, fondée en 1878;
L'Association du Sud-Ouest, à Bordeaux, fondée en 1879.

Après ce rapide exposé historique, je vais entrer dans quelques détails sur le fonctionnement des Associations françaises, qui reposent toutes sur le même principe et ont toutes des statuts à peu près semblables.

La vapeur est certainement l'agent de force motrice le plus important, et il existe aujourd'hui bien peu d'usines qui ne l'emploient soit seule, soit avec des forces d'eau. En France, on compte environ 48,000 chaudières en dehors de l'enceinte des chemins de fer.

Mais l'emploi de la vapeur n'est pas exempt de danger; les chaudières s'altèrent plus ou moins rapidement par l'usage, et des accidents peuvent toujours être à craindre, soit par suite de l'altération des tôles, soit par suite de la négligence des hommes préposés à la conduite des appareils.

Or, les conséquences des accidents de chaudières sont généralement terribles. Sans parler des dégâts matériels et des chômages, qui constituent des pertes souvent difficiles à chiffrer, le nombre des accidents de personnes est navrant à constater.

En France, pendant la période de douze ans, qui comprend les années de 1868 à 1880, 250 explosions ou accidents de chaudières ont occasionné la mort de 294 personnes et en ont blessé 347 autres, en tout 641 victimes. Et ces chiffres ne comprennent pas les nombreux accidents survenus à des récipients de vapeur, lesquels ne sont pas moins meurtriers.

Les statistiques vont maintenant nous montrer les causes principales de ces nombreux accidents.

Nous trouvons dans les rapports de M. Marten, ingénieur en chef du *Midland Steam boilers Inspection and Assurance Company*, la liste des explosions survenues en Angleterre pendant une période de dix ans, avec leurs causes qui peuvent être classées ainsi :

DÉSIGNATION.	NOMBRE.	TUES.	BLESSÉS.
Défauts de construction, qui auraient pu être découverts par l'inspection, avant la mise en feu ou après réparation	242	283	437
Défauts, que l'inspection périodique et régulière aurait seule permis de découvrir. Corrosions, fentes, etc.	180	227	469
Défauts, qui auraient pu être évités par le soin des surveillants, tels que : appareils de sûreté non en état, manques d'eau, excès de pression, dépôts, incrustations, etc	197	242	350
Causes extérieures	4	3	3
Causes indéterminées	19	9	14
Totaux	642	764	1273

De ces chiffres, on peut tirer les conclusions suivantes :

1° 422 explosions, ou 65.7 pour 100, ne pouvaient être évitées que par des visites intérieures régulières;

2° 197 explosions, ou 30.7 pour 100, auraient été en partie évitées si la surveillance des agents de l'industriel avait été plus effective, et si, principalement, les appareils de sûreté avaient été en bon état de fonctionnement;

3° 4 explosions, ou 0,62 pour 100, sont dues à des causes extérieures comme, par exemple, un dôme de locomotive enlevé par un tunnel dans un déraillement;

4° 19 explosions, ou 3.9 pour 100, sont seules restées inexpliquées.

Si maintenant nous prenons les statistiques françaises, nous pouvons de même, pour une période de dix ans, former le tableau suivant :

DÉSIGNATION.	NOMBRE.	TUÉS.	BLESSÉS
Défauts de construction, qui auraient pu être découverts par l'inspection, avant la mise en feu ou après réparation	42	32	60
Défauts, que l'inspection régulière et périodique aurait seule permis de découvrir. Corrosions intérieures et extérieures, fentes, etc	53	97	125
Défauts, qui auraient pu être évités par le soin des surveillants, tels que : appareils de sûreté non en état, manques d'eau, excès de pression, dépôts, incrustations, etc	84	86	83
Causes inconnues	16	18	15
Totaux	195	233	283

Ces explosions peuvent de même être classées, suivant leurs causes, de la façon suivante :

1° 95 explosions, ou 48.75 pour 100, auraient pu être évitées par des visites minutieuses faites régulièrement;

2° 84 explosions, ou 43 pour 100, auraient été évitées en partie par une surveillance plus active des agents de l'industriel et par une meilleure tenue des différents appareils de sûreté exigés par les règlements;

3° Enfin, 16 explosions, ou 8.25 pour 100, sont restées inexpliquées.

Comme le montrent ces différentes statistiques, le nombre des explosions est bien plus considérable en Angleterre qu'en France. Ce fait doit être attribué d'abord à la quantité plus grande des chaudières en Angleterre et aussi à l'absence de règlements dans ce pays, ainsi qu'à la différence importante qui existe entre les principaux systèmes de générateurs usités dans les deux contrées.

Il résulte des chiffres, que je viens de citer, que la plupart des explosions pourraient être évitées par une surveillance plus active et plus intelligente des appareils eux-mêmes et des hommes appelés à les conduire.

Or, cette surveillance peut-elle être exercée d'une façon efficace par les industriels et leurs agents? Je crois pouvoir affirmer que, dans la généralité des cas, on doit répondre négativement à cette question.

Les propriétaires d'appareils à vapeur, en effet, très versés dans leur industrie, qui prend souvent tout leur temps, ne peuvent apporter toute la surveillance nécessaire à leurs appareils et sont, par conséquent, obligés de s'en rapporter à leurs agents. Mais ceux-ci ont eux-mêmes, le plus souvent, tout un matériel sous leur direction, et il leur est bien difficile de suivre de près les appareils de force motrice.

En tous cas, ils ne voient régulièrement que les chaudières de l'établissement qu'ils dirigent; ils n'ont donc sur ce sujet qu'une expérience relative et ils peuvent, même dans des inspections faites avec le plus grand soin, ne pas apercevoir certains défauts graves, qui sont cependant des causes sérieuses de danger et qui n'auraient pas échappé à l'œil exercé d'hommes spéciaux.

Ces faits si vrais ont vivement frappé un certain nombre d'industriels dans tous les pays, et c'est ainsi que se sont successivement

fondées toutes les Associations de propriétaires d'appareils à vapeur, que j'ai énumérées en commençant et qui surveillent aujourd'hui plus de 70,000 chaudières en Europe.

Les Associations de propriétaires d'appareils à vapeur, ainsi que leur nom l'indique, sont des associations, par régions, d'industriels qui, moyennant une cotisation fixe et annuelle proportionnée au nombre de leurs chaudières, entretiennent un personnel d'ingénieurs spéciaux et d'inspecteurs, dont le devoir est de surveiller les appareils des associés et de tenir ceux-ci au courant de tout ce qui intéresse la production et l'emploi de la vapeur.

Les Associations ont donc un double but : la sécurité et l'économie.

Pour atteindre le but de sécurité, le service comprend les inspections faites périodiquement aux appareils à vapeur et qui sont de deux sortes : les *visites extérieures* et les *visites intérieures*.

Les *visites extérieures* se font pendant la marche des générateurs; elles consistent dans une inspection générale de la chaudière, de ses différents appareils et de sa conduite.

Le décret du 30 avril 1880, qui régit actuellement les appareils à vapeur, prescrit un certain nombre d'appareils de sûreté qui sont, vous le savez tous : deux appareils indicateurs du niveau de l'eau, dont un à tube de verre, deux soupapes, un manomètre et un clapet de retenue automatique installé sur le tuyau d'alimentation. Or je puis dire, sans être taxé d'exagération, que, sur 100 chaudières prises au hasard, il en existe au moins 60 sur lesquelles un ou plusieurs de ces appareils manquent, fonctionnent mal ou pas du tout.

Le devoir des ingénieurs des Associations est donc de faire comprendre aux industriels la nécessité des appareils de sûreté et d'obtenir leur bon fonctionnement continuel. Il suffit de compulser nos statistiques pour constater que nos efforts sont, de ce côté, couronnés de succès, et il faut s'en réjouir; car, en forçant les industriels à une bonne tenue des appareils, on peut dire qu'on leur rend un véritable service, ainsi que je vais le prouver par un exemple.

Il y a quatre ans, un industriel du Nord fut victime d'une explosion. Par suite d'une négligence du chauffeur, qui n'avait pas alimenté sa chaudière, les tôles des bouilleurs se surchauffèrent; leur résistance se trouvant ainsi considérablement diminuée, une déchirure se produisit à une tôle de coup de feu et la vapeur s'échappant violemment tua deux hommes, sans produire aucun dégât matériel.

L'enquête prouva que *tous* les appareils de sûreté de cette chaudière étaient en parfait état de fonctionnement.

Or, le propriétaire faisait partie de l'Association du Nord de la France; lors des premières visites qui lui furent faites, ses appareils étaient en fort mauvais état; mais il suivit heureusement les conseils qui lui furent donnés par l'ingénieur de l'Association, et sa responsabilité se trouva ainsi complètement à couvert, ce qui n'aurait certainement pas eu lieu si un seul appareil eût été trouvé défectueux.

Non seulement les appareils de sûreté sur les chaudières doivent exister, mais encore ils doivent être bien installés et fonctionner convenablement. Des indications erronées, qui peuvent donner une fausse confiance, sont en effet plus dangereuses que l'absence complète d'appareils, ainsi que le prouve l'exemple suivant.

Au mois de décembre dernier une chaudière à bouilleurs fit explosion dans le département de l'Oise.

Celle-ci était installée à côté d'un autre générateur d'un système différent placé plus haut.

Par suite d'une négligence, qu'il est difficile de s'expliquer, les deux tubes de niveau avaient été disposés à la même hauteur. Il en est résulté que, le niveau de la chaudière à deux bouilleurs n'étant jamais visible, celle-ci put se vider sans que le chauffeur s'en aperçût et le générateur fit explosion, tuant trois personnes.

Pendant les visites extérieures, les ingénieurs des Associations se préoccupent également beaucoup de la façon dont les feux sont conduits et ils s'appliquent, par des conseils donnés sur place aux chauffeurs, à améliorer leur manière de diriger les feux.

C'est là, en effet, un des côtés les plus importants de la conduite des chaudières à vapeur, aussi bien au point de vue de la sécurité que de l'économie.

Avec un feu mal fait, un chauffeur s'expose à donner des coups de feu aux tôles, et il consomme sûrement une trop grande quantité de combustible.

Pour prouver l'importance énorme d'une bonne conduite des feux au point de vue économique, il suffit de citer quelques résultats de concours de chauffeurs.

En 1877, à Mulhouse, sur dix chauffeurs en présence, le premier a vaporisé $6^{kg},1714$ et le dernier $5^{kg},6461$ d'eau à 0 degré par kilo-

gramme de houille à 16.50 pour 100 de teneur en scories, soit une différence de 8.50 pour 100.

La même année, à Lille, huit concurrents étaient en présence. Le premier a vaporisé $9^{kg},728$ et le dernier $7^{kg},790$ d'eau par kilogramme de houille pure, soit une différence de 12.82 pour 100.

En 1876, la différence entre les extrêmes avait été de 26.28 pour 100.

Or, vous savez que l'on n'envoie généralement aux concours que des chauffeurs capables; vous pouvez donc conclure de ces chiffres les différences énormes, qui peuvent exister entre un chauffeur primé et les enfourneurs de charbon, que l'on rencontre malheureusement trop souvent dans les usines, et il est inutile d'insister davantage sur la nécessité de surveiller les chauffeurs dans la conduite des feux.

Si les visites extérieures sont utiles à certains points de vue, je n'hésite pas à dire que les visites intérieures complètes sont absolument indispensables et constituent la partie la plus importante du service des Associations; c'est grâce à elles, en effet, que la sécurité est véritablement assurée aux propriétaires d'appareils à vapeur.

Ces visites sont faites sur la demande des industriels, quand leurs générateurs sont arrêtés et complètement nettoyés; elles consistent en une inspection minutieuse de toutes les parties de la chaudière, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur, faite par des hommes rompus à ce genre de travail.

Elles permettent donc de découvrir tous les défauts que peuvent présenter les tôles et d'avertir le propriétaire avant que ces défauts aient acquis un caractère de gravité suffisant pour qu'un danger soit imminent.

Or les défauts, les maladies, les accidents, dont les tôles peuvent être affectées, sont nombreux.

Afin de frapper les yeux de tous, les Associations du Nord de la France, Normande et Parisienne avaient exposé, en 1878, une collection très complète de défauts de tôles rencontrés dans les visites intérieures. Vous avez probablement tous vu ce musée d'un nouveau genre qui a obtenu un Diplôme d'honneur, et vous avez sans doute compulsé le catalogue rédigé par M. Cornut, auquel l'Académie des sciences vient de décerner le prix Montyon de mécanique pour ce remarquable travail, en considération des services importants qu'il peut rendre aux propriétaires d'appareils à vapeur.

Cette exposition, comme je vous le disais tout à l'heure, montrait clairement aux yeux les défauts qui peuvent se rencontrer dans les chaudières à vapeur; je vous demanderai la permission de vous en dire quelques mots, afin de montrer les dangers qu'ils présentent s'ils ne sont pas découverts à temps.

Ces principaux défauts sont :

Les pailles, les fentes et cassures, les corrosions extérieures et intérieures, les bosses et coups de feu, les rivures défectueuses, les réparations mal faites, les dépôts et incrustations.

Les *pailles* sont produites par des dédoublements de la tôle.

Le fer, qui sert à la fabrication des tôles, n'est pas un corps chimiquement pur; c'est un mélange de fer, de scories et d'oxyde de fer. Cet oxyde intercalé ne pourrait disparaître complètement que si le fer contenait en dissolution une quantité de carbone suffisante pour le réduire à l'état métallique.

Toutes les qualités de tôles sont sujettes à présenter des pailles, et même il est facile de comprendre que les tôles de qualités supérieures sont plus exposées à ce défaut, puisque plus le fer est pur, plus la température à laquelle on le soude est élevée et, par conséquent, plus son oxydation est facile.

Les pailles peuvent se présenter sous deux aspects, soit isolées et affectant des surfaces relativement petites, soit fort rapprochées et s'étendant sur toute la surface d'une tôle.

Dans ce dernier cas surtout, les pailles indiquent une mauvaise fabrication; mais, en général, ce défaut n'est dangereux que si le dédoublement ne laisse pas à la partie restée saine de la tôle une épaisseur suffisante.

Si la partie soulevée est trop importante, une pièce est nécessaire; sinon il suffit le plus souvent, pour que le mal s'arrête, d'enlever complètement la paille et de chanfreiner ensuite les bords de la coupure.

Le cas le plus grave se présente quand un dédoublement se déclare sur une assez grande surface avec la partie la moins épaisse à l'intérieur. L'extérieur, en effet, n'étant plus rafraîchi par l'eau se surchauffe et se fend, ne laissant qu'une épaisseur de métal tout à fait insuffisante pour supporter la pression intérieure.

Les *fentes* sont produites par trois causes principales :

Les dilatations inégales;

Les flexions alternatives;

Les vices de construction.

Les fentes se déclarent quelquefois en pleine tôle ou dans les courbures, mais le plus généralement à l'endroit des clouures. Elles vont alors de la matture au rivet dépassant quelquefois celui-ci, ou elles suivent la ligne médiane des rivets.

J'ai dit que les fentes pouvaient provenir de vices de construction. Pour ce cas, dans lequel il n'y a aucun remède à apporter, je n'ai aucune observation à faire, si ce n'est qu'un industriel soucieux de ses intérêts et de la sécurité de son personnel ne doit jamais installer que des chaudières parfaitement construites avec des tôles de bonne qualité.

Les deux autres causes de fentes, c'est-à-dire les dilatations inégales et les flexions, qui sont le plus souvent conséquences l'une de l'autre, méritent, au contraire, l'attention la plus sérieuse.

Elles se rencontrent le plus souvent dans les chaudières de forme cylindrique avec chauffage inégal des parties inférieures et supérieures.

Dans le cas, en effet, d'un chauffage très actif, les tôles inférieures recevant plus de chaleur qu'elles ne peuvent en transmettre à l'eau, se surchauffent et se dilatent. Mais, par suite de la forme circulaire, la dilatation de la tôle ne peut se produire que par un soulèvement du bouilleur, qui tend ensuite à redescendre lors du refroidissement; d'où les flexions alternatives dont j'ai parlé.

Mais dans ce travail du métal une traction très importante s'exerce, et les clouures étant naturellement la partie la plus faible, les fentes s'y produisent soit entre les rivets, soit entre le chanfrein et les rivets.

Le même phénomène s'observe sur la tôle supérieure des bouilleurs chauffés complètement, lorsque, par suite d'une cause quelconque, le dégagement de vapeur ne s'opère pas bien. Dans ce cas, en effet, la vapeur s'accumulant à la partie supérieure préserve du contact de l'eau la tôle, qui se surchauffe et se dilate en faisant baisser la tête du bouilleur.

M. Cornut, ingénieur en chef de l'Association du Nord de la France, a, le premier, appelé l'attention sur les effets désastreux des dilatations inégales dans le très remarquable travail sur « les chaudières forcées » qu'il a présenté, en 1877, à la Société industrielle de Lille.

Je ne puis vous analyser ici ce travail; mais je vous en dirai au moins les conclusions fort intéressantes.

M. Cornut, s'étant trouvé en présence d'un certain nombre d'accidents semblables, a démontré que les fentes, flexions et autres défauts de même nature se produisent *toujours* dans les chaudières *forcées*, c'est-à-dire dans des chaudières auxquelles on demande une production de vapeur trop grande par rapport à leur surface de chauffe.

Dans les exemples cités par M. Cornut, la consommation de charbon s'élevait à 5 et 6 kilogrammes par mètre carré de surface de chauffe, et les accidents étaient continus; ils s'arrêtaient, au contraire, quand la consommation tombait à 2 kilogrammes ou $2^{kg},500$.

Depuis 1877, de nombreux faits nouveaux sont venus prouver la justesse des observations et des conclusions de M. Cornut.

Il est impossible de fixer exactement à l'avance la consommation au delà de laquelle une chaudière sera forcée. Ce chiffre, en effet, dépend du système de la chaudière et de son fourneau, de la nature des eaux et d'autres circonstances; mais on peut affirmer, presqu'à coup sûr, que l'industriel qui dépasse la consommation de 3 kilogrammes à $3^{kg},500$ de houille par mètre carré de surface de chauffe, s'expose à des accidents continuels, sans parler de la dépense exagérée de combustible par rapport à la quantité de vapeur produite.

J'arrive à la *corrosion extérieure* des tôles, qui doit être considérée comme la cause principale et la plus fréquente de détérioration des chaudières.

Les corrosions, qui s'étendent souvent avec une grande rapidité en enlevant toute résistance à la tôle, ont pour agents principaux l'humidité et les produits de la combustion et se rencontrent surtout sur les tôles de qualité inférieure.

Or l'humidité peut être produite par des fuites aux clouures, aux joints, aux communications, aux robinets, par des causes extérieures et enfin par les vapeurs contenues dans la fumée.

Les produits de la combustion renferment toujours des vapeurs sulfureuses; celles-ci, en présence de la vapeur d'eau qui se rencontre si facilement dans les carneaux, se transforment en acide sulfurique, lequel ronge promptement le métal.

Cette action de l'acide se fait naturellement sentir surtout dans les parties les plus froides, sur lesquelles la vapeur d'eau peut se con-

denser, et dans celles où un revêtement en maçonnerie permet à l'humidité de se maintenir d'une façon continue.

Comme il est facile de le comprendre, des visites intérieures faites avec le plus grand soin par des hommes spéciaux et exercés permettent seules de découvrir ces défauts si graves et d'éviter les accidents terribles qui peuvent en être la conséquence.

Je pourrais vous citer maints exemples de chaudières rongées par les corrosions au point que les tôles étaient réduites, en certains points, à l'épaisseur d'une feuille de papier; je me contenterai de vous rappeler l'explosion de la rue Vicq-d'Azir, survenue en janvier 1880, qui a coûté la vie à sept hommes et qui a eu pour cause une corrosion extérieure produite par une fuite et qui avait enlevé toute résistance à la tôle.

Les *corrosions intérieures* se rencontrent moins fréquemment que les corrosions extérieures, mais elles ont cependant leur importance. Elles présentent trois types principaux :

1° La corrosion par pustules, dans laquelle les tôles sont attaquées par points. Des cavités se forment et se creusent en se remplissant d'une poussière brune composée principalement d'oxyde de fer. Au-dessus se développe un champignon solide formé d'oxyde de fer et de sels de chaux ;

2° La corrosion par surface, dans laquelle les tôles sont attaquées sur des espaces plus ou moins grands;

3° La corrosion dans des cassures produites par des efforts de flexion. L'eau pénétrant dans ces fissures et rencontrant une cassure fraîche ronge facilement le métal.

Les corrosions peuvent être produites par des eaux acides ou grasses, par des acides qui se forment sous l'influence de la chaleur, par l'air et l'acide carbonique contenus dans l'eau et enfin par certaines causes qui nous sont encore inconnues.

Lorsque les corrosions n'affectent qu'une petite surface et une faible fraction de l'épaisseur de la tôle, il suffit souvent pour les arrêter de les gratter soigneusement et de les débarrasser de la poudre qu'elles renferment et qui est elle-même corrosive.

Si, au contraire, la résistance de la tôle est sérieusement diminuée, il est indispensable de faire une réparation consistant dans la mise en place d'un rivet ou d'une pièce suivant l'importance du point attaqué.

Les *bosses et coups de feu* sont toujours produits par un surchauffe-

ment de la tôle qui, diminuant la résistance du métal, permet un emboutissement avec ou sans rupture.

Le surchauffement de la tôle peut être produit soit par un manque d'eau, soit par un mauvais nettoyage intérieur, soit par une accumulation de dépôts qui, préservant la tôle du contact de l'eau, lui permet de s'échauffer outre mesure.

Les coups de feu par manque d'eau se présentent différemment suivant le système des générateurs, c'est-à dire suivant que la pression agit intérieurement ou extérieurement sur un corps cylindrique.

Dans le cas de pression intérieure, la tôle, surtout si elle n'est pas de bonne qualité, se rompera suivant une génératrice.

Dans le cas des chaudières à foyers intérieurs, le surchauffement d'une tôle ne produit le plus souvent qu'une déformation importante du cylindre sans rupture du métal.

Ce fait doit surtout être attribué à la qualité de la tôle que les constructeurs sont absolument obligés d'employer pour arriver à la confection des foyers intérieurs.

Ceux-ci, en effet, ne possèdent la résistance, pour laquelle ils ont été calculés, qu'autant qu'ils conservent leur forme parfaitement cylindrique; dès que l'équilibre cesse, une déformation complète est à craindre.

Les bosses peuvent se produire sur des tôles de natures et de qualités diverses.

Dans les tôles de fer de qualité médiocre, une bosse se fend généralement en même temps qu'elle se forme par suite du peu d'élasticité que présente le métal.

Si, au contraire, la tôle est de bonne qualité, elle peut s'emboutir dans de fortes proportions sans que la moindre fissure se produise, et, si la cause qui a produit la bosse disparaît, la chaudière pourra marcher longtemps sans danger avec ce défaut, s'il n'est pas trop important. Je dis : « si la cause disparaît » ; en effet, quand les dépôts ont pris l'habitude de venir s'accumuler en un point, ils y reviennent toujours et il nous arrive fréquemment de voir dans une même chaudière des bosses se former indéfiniment au même endroit jusqu'au jour où l'on peut se débarrasser des dépôts.

Les tôles d'acier surchauffées s'emboutissent avec une très grande rapidité, le métal arrive à n'avoir plus qu'une épaisseur nulle au fond de la bosse et se fend. C'est là un inconvénient ; mais les progrès réalisés

dans la fabrication de l'acier nous donnent l'espoir qu'on arrivera à préparer ce métal en le rendant moins sensible à l'action de la surchauffe, et que l'on pourra ainsi profiter de ses qualités si précieuses de résistance et d'homogénéité.

Quand une bosse est fendue ou seulement crevassée, il faut, sans hésitation, enlever la partie altérée de la tôle et la remplacer par une pièce.

Si, au contraire, la tôle paraît saine, ce que l'expérience seule permet de reconnaître, elle pourra encore faire un long service si l'on a soin de la surveiller et de bien entretenir la chaudière.

Mais, en aucun cas, il ne faut refouler une bosse au marteau après avoir fait chauffer la tôle; c'est là une pratique déplorable dont la conséquence presque inévitable est de faire fendre la tôle.

Comme vous avez pu le voir dans l'énumération des défauts que je vous ai présentée, les chaudières sont souvent exposées à être réparées, et la réparation principale consiste dans la mise en place de pièces.

Une pièce bien mise peut durer autant que la chaudière; mais elle demande à être posée avec une grande habileté, et il est surtout nécessaire d'enlever complètement la partie malade; sans cette précaution, en effet, le défaut ne tarderait pas à devenir plus grave.

Comme conséquence terrible de mauvaise réparation, je me contenterai de citer l'épouvantable explosion du quai de la Gironde survenue en avril 1880.

Une fente s'était produite en pleine tôle, près du coup de feu sur une longueur de $0^{m},40$ environ. Pour arrêter la fuite qui en résultait, une pièce fut mise à l'intérieur, fixée par des goujons vissés dans la fente même. Une pareille réparation était évidemment beaucoup plus dangereuse que la fente elle-même; aussi la tôle s'est-elle ouverte, et la chaudière a-t-elle été projetée par morceaux à des distances atteignant jusqu'à 100 mètres.

Si les réparations mal faites sont dangereuses, que dirons-nous d'une construction générale mauvaise et principalement des rivures défectueuses?

Une bonne rivure présente une importance capitale au point de vue de la résistance des chaudières et de leur étanchéité. On ne saurait donc trop insister sur la nécessité, pour les industriels, d'obtenir des rivures bien faites, s'ils ne veulent pas voir leurs chaudières mises promptement hors de service.

Le dernier défaut que je vous ai signalé comme pouvant se rencontrer dans les chaudières, est constitué par la présence des incrustations et des dépôts de toutes natures.

Je ne crois pas avoir grand'chose à dire des incrustations, cette plaie des générateurs. Je vous ai déjà signalé quelques-unes de leurs conséquences, au point de vue des accidents qu'elles peuvent causer; les inscrutations, vous le savez, présentent, en outre, l'inconvénient d'augmenter la consommation de combustible.

Il résulte, en effet, des expériences de Graham qu'une couche adhérente de 1 1/2 à 2 millimètres d'épaisseur augmente la consommation de 15 pour 100.

Il faut donc chercher à se préserver des incrustations en employant des eaux aussi pures que possible, en nettoyant fréquemment les chaudières et en évitant surtout l'emploi de générateurs qui ne peuvent pas être facilement nettoyés partout.

S'il faut éviter les incrustations dans les chaudières, il faut se défier bien plus encore des dépôts gras.

En 1867, M. Joseph Farcot fit à la Société une communication fort intéressante sur les inconvénients que présentent les dépôts graisseux et sur les accidents graves, qu'ils peuvent occasionner dans les chaudières.

Depuis cette époque, bien des accidents sont venus prouver combien était réel le danger signalé par M. Farcot.

Récemment encore, la terrible explosion de Gentilly nous a montré les effets foudroyants des graisses.

Il faut donc en conclure que les eaux grasses doivent être absolument proscrites de l'alimentation des chaudières.

J'ai terminé l'énumération des défauts principaux qui peuvent affecter les chaudières à vapeur. Tous n'ont évidemment pas la même gravité; mais on comprend combien il est important de les signaler dès leur apparition, afin qu'une réparation, souvent simple alors, prévienne des accidents plus graves dans l'avenir.

Pour vous prouver l'importance des défauts, je vous citerai quelques chiffres.

Dans 1,645 chaudières visitées par diverses Associations françaises, 5,491 défauts ont été signalés. Sur ce nombre 373, soit 6.79 pour 100 ou 22.66 sur 100 chaudières visitées, ont été jugés dangereux,

c'est-à-dire exigeant une réparation, et, par conséquent, pouvant amener un accident s'ils n'avaient pas été découverts.

Les statistiques anglaises, qui sont peut-être plus complètes que les nôtres par suite de l'existence plus ancienne des Associations, montrent que, en moyenne, les explosions atteignent un générateur sur 2,000 et par an ; or, parmi les appareils surveillés par les Associations, la proportion est réduite à un générateur sur 6,500, soit une diminution de 70 pour 100 environ.

Des chiffres aussi éloquents se passent de tout commentaire et prouvent surabondamment la nécessité indiscutable d'une surveillance périodique des générateurs de vapeur.

L'Administration française, convaincue par l'expérience que cette surveillance peut seule diminuer la proportion des explosions, a tenu compte de l'état de choses existant et le décret du 30 avril 1880, rédigé dans cet esprit, rend obligatoires (art. 36) « *des visites complètes, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur, faites à des intervalles rapprochés.* »

La preuve de ces visites sera-t-elle exigée régulièrement ? C'est peu probable. Mais, en cas d'accident provenant d'un défaut constaté et ayant occasionné mort d'hommes, le propriétaire ne pourra plus arguer de son ignorance de l'état de sa chaudière, et, s'il ne peut prouver que celle-ci a été régulièrement visitée, les conséquences seront certainement terribles pour lui devant les tribunaux.

Pendant que je parle du décret de 1880, j'ajouterai que l'article 3, longuement commenté par la circulaire ministérielle du 21 juillet, accorde certaines facilités fort appréciables aux membres des Associations désignées par le Ministre.

A tous les points de vue donc, les industriels de France auront intérêt à se grouper autour des Associations qui existent et à en fonder de nouvelles dans les centres qui n'en possèdent pas encore.

J'ai dit, en commençant, que les Associations se proposaient un double but : la sécurité et l'économie dans la production et l'emploi de la vapeur.

Je crois avoir suffisamment démontré que le but humanitaire de sécurité était complètement atteint ; je vous demanderai donc maintenant la permission de terminer en disant quelques mots de la question économique.

Par suite de la direction même donnée à leurs études, les ingénieurs

des Associations s'occupent spécialement de tout ce qui est relatif aux appareils à vapeur et finissent ainsi forcément par acquérir une grande expérience sur ces matières.

Chaque année, en France, ils se réunissent en Congrès, et là toutes les questions sont traitées en commun, toutes les difficultés rencontrées sont discutées et élucidées, et ces réunions profitent ainsi à l'instruction de tous.

Chacun, dans sa sphère, peut en effet observer des phénomènes intéressants ou se trouver en face de difficultés qu'il n'a pu résoudre, mais qu'un autre de ses collègues a pu étudier de son côté avec plus de succès.

Il résulte donc de tous ces travaux, mis franchement en commun, une lumière plus grande répandue sur toutes les questions qui intéressent les Associations et leurs membres.

Il est évident qu'en présence de tels faits et d'une telle instruction pratique de tous les jours, les ingénieurs des Associations se trouvent à même de donner des conseils utiles et désintéressés aux industriels qui s'adressent à eux, de les renseigner sur tout ce qui a rapport à la production et à l'emploi de la vapeur et de leur procurer souvent un l'occasion de réaliser des économies importantes.

Je vous ai déjà montré une cause d'économie résultant d'une surveillance continue et intelligente des chauffeurs. Un bénéfice plus grand encore peut être retiré de l'emploi d'appareils convenablement disposés et construits.

Une chaudière, en effet, peut avoir un rendement très différent, suivant qu'elle est bien ou mal installée.

Une machine consommera des proportions de vapeur qui pourront varier entre 8 à 10 kilogrammes, et 20 à 25 kilogrammes par cheval et par heure suivant son système, suivant le soin apporté à sa construction, suivant enfin qu'elle est bien ou mal réglée.

Un industriel trouvera donc toujours un grand avantage à faire étudier et vérifier ses appareils par des hommes exercés à ce genre de travail.

En conséquence, les Associations s'occupent accessoirement d'études d'installations de chaudières et de machines, d'essais de rendements de chaudières, d'essais de machines à l'indicateur de Watt, etc.

Quelques exemples vous prouveront l'importance énorme de toutes ces questions.

J'ai dit que le système d'un générateur et le soin apporté à son montage avaient une grande influence sur son rendement; je le prouve par des chiffres.

En 1872, l'Association alsacienne a publié un tableau donnant les résultats de dix-neuf essais de vaporisation entrepris sur différents générateurs, l'eau étant ramenée à 0 degré et la houille supposée pure, afin que tous les résultats puissent être comparables.

Le générateur avec lequel on a obtenu le rendement minimum a vaporisé $5^{kg},495$ d'eau par kilogramme de charbon, et celui qui a fourni le rendement maximum a vaporisé $9^{kg},105$, soit une différence de 40 pour 100.

Donc pour produire la même quantité de vapeur là où l'industriel, propriétaire de la première chaudière, consommait 165 kilogrammes de houille, le second n'en dépensait que 100 kilogrammes.

Nous trouvons de même dans le quatrième bulletin de l'Association du Nord les résultats de dix-huit essais de vaporisation entrepris sur des générateurs de divers systèmes.

Les vaporisations extrêmes ont été de $5^{kg},200$ et $9^{kg},225$, soit une différence de 56 pour 100; c'est-à-dire que, pour une même production de vapeur, tandis que la seconde chaudière consommait 100 kilogrammes de charbon, la seconde en exigeait 177 kilogrammes.

De pareils chiffres doivent faire réfléchir les industriels, qui montent des chaudières un peu au hasard et sans se rendre compte de leur rendement futur.

Une question également fort intéressante pour les usiniers est le choix de la houille la plus convenable à employer sous des générateurs donnés pour produire un travail déterminé.

Ce choix peut être fixé par des essais de vaporisation, comme je vais le montrer par un exemple qui s'est passé dans une usine du Nord.

Un industriel désirait traiter un marché de trois années pour la fourniture de houille d'une importance de 150,000 francs environ par an.

On lui proposa six sortes de houille, qu'il fit essayer sous une de ses batteries de générateurs.

Les prix nets des houilles, rendues sur le sol de l'usine, étaient :

Houille	A.	19 fr	54	par tonne.
—	B.	18	74	—
—	C.	19	31	—
—	D.	17	86	—
—	E.	24	34	—
—	B_2.	18	74	—

Des expériences on pouvait tirer le prix de revient de 1,000 kilogrammes de vapeur, chiffre de production pris pour unité.

		Coût de la vaporisation de 1,000 kil. de vapeur.
Houille	A.	2 fr 721
—	B.	2 807
—	C.	3 140
—	D.	3 004
—	E.	5 172
—	B_2.	2 635

Si donc nous recherchons la différence pour 100 entre ces divers prix de revient, en prenant pour base l'essai de la houille B_2, nous avons :

Houille	B_2.	»		
—	A.	3 fr.	26	pour 100 en plus.
—	B.	6	53	—
—	D.	14	»	—
—	C.	19	17	—
—	E.	96	»	—

En écartant de cette comparaison la houille E, qu'on avait eu le tort de présenter pour un usage auquel elle ne pouvait convenir, on voit par ces chiffres qu'en se basant sur le prix de revient de la houille on aurait dû acheter la houille D à 17 fr. 86 par tonne, et qu'en agissant ainsi l'industriel aurait perdu pendant tout le temps de son marché 14 pour 100 sur la houille B_2, qui lui coûtait 18 fr. 74.

Les essais de machines exécutés à l'aide de l'indicateur de Watt permettent souvent de réaliser des économies importantes.

Une machine, en effet, peut présenter des défauts graves, tels que : mauvais règlement du tiroir, fuites autour du piston, rentrées de vapeur par le tiroir ou par l'enveloppe, etc., sans qu'aucun indice

dans sa marche extérieure permette de deviner ces perturbations, dont la conséquence première est toujours une augmentation dans la consommation et, par conséquent, dans la dépense.

Or un simple essai à l'indicateur de Watt, fait par une personne habituée à manier cet appareil et à lire les diagrammes, permet de découvrir la plupart des défauts qui peuvent affecter les machines, et le remède apporté souvent avec une grande facilité permet de réaliser une économie sérieuse en ramenant le moteur à sa consommation normale.

Les essais à l'indicateur peuvent encore rendre de grands services pour la recherche soit de la force motrice, soit de la force absorbée par les diverses machines d'un atelier.

Pour terminer enfin, je dirai que les Associations font des publications périodiques résumant l'ensemble de leurs travaux, ainsi que les discussions tenues dans les congrès annuels et réunissant, en un mot, tous les renseignements de nature à intéresser leurs membres.

Je m'arrête, car je crois vous avoir suffisamment expliqué le but et le fonctionnement des Associations ; j'ai peut-être même été un peu long, car je me laisse facilement entraîner quand je traite ces questions si intéressantes au point de vue humanitaire et économique ; mais je ne regretterai pas d'avoir tenu aussi longtemps votre attention, si j'ai pu vous faire partager ma conviction sur l'importance des Associations de propriétaires d'appareils à vapeur et sur les services nombreux qu'elles rendent journellement à l'industrie.

RELATION

ENTRE LE

DIAGRAMME DE LA MACHINE A VAPEUR

ET LA PESÉE D'EAU D'ALIMENTATION

PAR A. QUÉRUEL.

Dans la séance du 18 juillet 1879, j'ai eu l'honneur de donner en communication quelques résultats de travail d'une machine à vapeur de construction récente.

La cote de fonctionnement de cette machine était déterminée en poids de vapeur consommée par cheval effectif sur l'arbre. Pour une pression initiale de $6^k,58$ et une expansion de 19 volumes, la consommation en vapeur sèche était $5^k,128$.

M. Farcot, avec juste raison, a fait observer que pour présenter des nombres de cette nature, et leur donner toute autorité, il convenait de les contrôler par la jauge ou par la pesée ; cette condition faisant défaut on ne pouvait considérer ces nombres comme indiscutables.

Cette courte communication a donc pour but de répondre à ces observations et à celles qui se sont produites sur le même sujet dans une séance précédente.

Les difficultés qui avaient entravé l'extension de mes observations dans la machine de 250 chevaux en question, ayant subsisté, j'ai dû renoncer à faire les vérifications de contrôle sur cette machine et attendre qu'une nouvelle occasion se présentât pour les faire.

Pour répondre aux accroissements du service télégraphique, M. Crespin, ayant à transformer des moteurs demi-fixes de 25 chevaux dans l'une des usines pneumatiques, eut l'idée de substituer, à ses

anciens moteurs à un cylindre, des machines à deux cylindres du système dont je vous ai parlé, tout en conservant les anciennes chaudières. Le problème présentait de l'intérêt, et avant d'arrêter définitivement ce parti, des calculs furent faits pour s'assurer si les conditions de doublement de puissance, avec une chaudière et une consommation de vapeur donnés, étaient réalisables.

Les calculs établirent la possibilité de le faire, et il fut décidé que deux machines à deux cylindres de capacités et d'organes suffisants pour réaliser 50 chevaux chacune, seraient installées sur les anciennes chaudières de 25 chevaux.

Ces machines fonctionnent depuis neuf mois, elles entraînent cinq pompes pneumatiques dont le travail est sensiblement constant; ce qui a permis de supprimer les régulateurs.

La situation des machines fonctionnant dans les usines des postes et des télégraphes, nous a imposé une certaine réserve pour procéder à des expériences. Cependant nous avons pu séparer de la manière la plus complète, l'eau d'alimentation de celle de condensation; toutes deux contrôlées chacune par un compteur.

Pendant les périodes d'observation, la prise d'eau d'alimentation a été faite dans un réservoir de forme rectangulaire, dont la valeur cubique a été soigneusement déterminée. La contenance est de 101 litres par décimètre de hauteur; sur lesquels 1 litre a été retranché pour la dilatation, l'air, et les petites pertes des soupapes de sûreté. Reste donc 100 litres nets par décimètre de hauteur.

La durée du travail journalier est de 13 heures 24 minutes; et la vitesse de la machine, réglée par le taux de l'admission à la main, est sensiblement de 41,500 révolutions de l'arbre de transmission.

Le 11	février.	41,340
13	—	41,212
14	—	41,721
15	—	41,793
16	—	41,756

C'est dans ces conditions que quelques observations ont été recueillies.

MACHINES CRESPIN, SYSTÈME QUÉRUEL, Poids d'eau et de vapeur.

DATES.		NUMÉRO DE MACHINE.	OBSERVATIONS.	EAU jaugée par heure.	VAPEUR calculée par heure.	DIFFÉRENCES	
						En kil.	Proportionnelle
1880. Août.....	21	3	12 diagrammes.	243k,5	239k,75	3,75	0,0156
Septembre du 7 au	13	2	7 journées.....	238 ,10			
Novembre.....	10	2	1 journée.....	239 ,65			
1881. Février....	11	2	20 diagrammes.	240 ,45	240 ,60	0,15	0,0006 [1]
				961 ,70	480 ,35	3,90	0,0162
			Moyenne.....	240 ,42	240 ,17	1,95	0,0081
1881. Avril.....	20	3	20 diagrammes.	254 ,53	252 ,50	2,03	0,0080 [2]

L'expérience du 20 avril comporte une augmentation de résistance due à l'accroissement de la transmission du mouvement.

(1). *Expérience du 11 février 1881.*

Machine n° 2.

Pressions finales du grand cylindre.

AVANT.	ARRIÈRE.
0,590	0,460
0,590	0,460
0,580	0,470
0,580	0,460
0,580	0,450
0,580	0,460
0,580	0,460
0,590	0,470
0,580	0,460
0,580	0,470
5,830	4,620

MOYENNES.

Avant.... 5,830
Arrière... 4,620
10,450 : 20 = 0,5225

Poids de vapeur.

Cube moyen du grand cylindre.	0m3,085041	= log.	8,92962
Δ vapeur à.....	0,5225	»	9,50333
Cylindrées à l'heure.....	8880,	»	3,94841
Poids de vapeur à l'heure.....	240,60	»	2,38136

(2). *Expérience du 20 avril 1881.*

Machine n° 3.

Pressions finales du grand cylindre.

AVANT.	ARRIÈRE.
0,530	0,560
0,530	0,570
0,543	0,580
0,560	0,580
0,500	0,520
0,533	0,580
0,533	0,580
0,533	0,580
0,533	0,550
0,533	0,567
5,328	5,667

MOYENNES.

Avant.... 5,328
Arrière... 5,667
10,995 : 20 = 0,5497

Poids de vapeur.

Cube moyen du grand cylindre.	0m3,085041	= log.	8,92962
Δ vapeur à.....	0,5497	»	9,52414
Cylindrées à l'heure.....	8880,	»	3,94841
Poids de vapeur à l'heure.....	252,50	»	2,40217

On peut remarquer la constance de la consommation d'eau, dont la moyenne est 240^{k},42 par heure, et le peu d'écart qu'il y a avec la vapeur calculée sur la courbe finale du grand cylindre, qui est sensiblement le même nombre 240^{k},17.

De plus, si l'on considère les calculs analogues faits à propos d'expériences de réception de deux machines de l'Exposition de 1878, dont les nombres ont été présentés en séance du 3 octobre 1880, on retrouve une concordance qui confirme la précision des calculs et la justesse de leur base.

Voici ces nombres :

DÉSIGNATION.	EAU D'ALIMENTATION.		DIFFÉRENCES.	
	Pesée.	Calculée.	En kil.	Proportionnelle
Machine Sulzer, à deux cylindres.....	477,50	473,05	+ 4,45	0,0093
Machine Duvergier, à un cylindre.....	567,77	564,40	+ 3,37	0,0059
Totaux.....	1045,27	1037,45	7,82	0,0152
Moyennes.....	522,63	518,72	3,91	0,0076

De ces expériences on est donc fondé à considérer, que la base et la méthode de calcul suivis pour déterminer le poids de vapeurs travaillant dans les cylindres de machines à enveloppes de vapeur, sont justes et que l'on peut en toute confiance en faire usage.

Que tout calcul fait, avec mes tables de volumes et de densité de vapeur d'eau, donnera à 1 pour 100 près le poids de vapeur ayant travaillé dans les cylindres.

Qu'ainsi on peut accepter dans la latitude de 1 pour 100 près les nombres donnés en séance du 18 juillet 1879, concernant la consommation de vapeur de la machine de 250 chevaux, construite par MM. Crespin et Marteau, dont la moyenne consommation est 5^{k},128 de vapeur par cheval effectif sur l'arbre.

Telle est la réponse que je devais aux observations qui m'ont été faites. Si elles n'étaient pas suffisantes et laissaient quelques doutes d'exactitude dans l'esprit de mes honorables Collègues, je ne saurais trop insister pour les prier de les manifester en séance.

J'aurais borné là, Messieurs, mes explications, si des observations d'une nature plus incisive n'avaient été prononcées lors de la présentation de mon travail sur la vapeur d'eau. Je dois d'autant plus y répondre que ces observations, ou plutôt ces appréciations, ont été faites par des membres ayant réputation de compétence dans cette question; MM. Tresca et Leloutre.

M. Leloutre a dit que mes recherches m'avaient conduit dans une fausse route, et qu'il ne voyait pas de motif pour préférer Zeuner à Régnault. M. Tresca, après avoir déclaré n'avoir rien compris à un travail qu'il a eu entre les mains pendant quatre mois, estime que ce travail ne saura donner le diapason de la fonction, si complexe, de la vapeur dans les cylindres et qu'ainsi il ne saurait présenter d'utilité. Qu'au surplus les tables hyperboliques et autres, toutes incorrectes qu'elles soient, servent depuis longtemps et donnent des indications qui suffisent à peu près dans la pratique.

Ces objections me rappellent celle que me fit un jour M. Mazeline, avec lequel je me rencontrai au ministère de la Marine. Quelle est la force de votre machine ? Me demanda cet éminent confrère ; en parlant d'une machine marine ; et sans me laisser répondre, il ajouta : ou plutôt; quelle est la surface des grilles; car le charbon qu'elles peuvent brûler détermine la puissance. Je ne pus répliquer, j'étais consterné.

Aujourd'hui, pour toute réponse aux observations de MM. Tresca et Leloutre, je mettrai en regard de comparaison, les résultats de trois méthodes, et l'on verra laquelle de ces trois méthodes peut inspirer le plus de confiance.

PRESSIONS.		TABLE QUÉRUEL. BASE DE ZENNER.	MÉTHODE REGNAULT.	TABLES HYPERBOLIQUES DE M. TRESCA.	
Indications.	En kilog.	Kilog. de vapeur.	Kilog. de vapeur.	Pression.	Kil. de vapeur.
Finale.....	0,5225	240,60	236,0		
Initiale.....	9,00	236,70	219,1	9	187,8
Hypothétique.	18,75	235,90	211,8	18	175,3
»	28,83	235,50	205,5	27	167,5

Je ferai remarquer tout d'abord, que si une différence de 1 1/2 pour 100 se manifeste entre les poids de vapeur calculés à 0^k,5225 et à 9 kil. de pression; cela provient de la table Zeuner qui a été rigoureusement respectée jusqu'à 14 atmosphères sa limite. Mais au delà de 14 atmosphères, j'ai dû prolonger l'échelle des volumes sous pression jusqu'à 32 kil. et établir, conformément à ces données, la densité correspondante de 0^k,001 à 32 kil. Ce travail complémentaire ayant été fait au moyen de proportions continues, donne nécessairement des nombres presque concordants, puisqu'il n'y a que un millième 1/2 de différence.

Les tables de Régnault, les plus généralement en usage, donnent des nombres trop faibles, et ce défaut s'accentue encore d'avantage dans les pressions élevées, où elles atteignent 28^k,83, c'est-à-dire 14 1/2 pour 100.

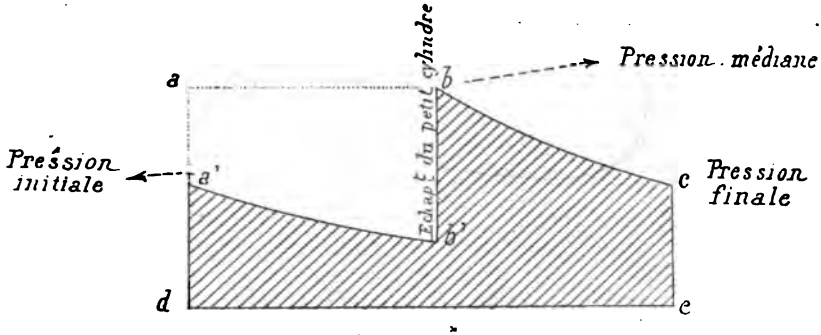
Il n'est donc pas surprenant que M. Farcot ait émis des doutes, fort légitimes en la circonstance, sur la possibilité de déterminer par le calcul du diagramme le poids de la vapeur consommée dans une machine. Cette défiance est justifiée d'ailleurs par la méthode employée par M. Farcot, méthode qui consiste à calculer le poids de la vapeur sur l'admission apparente, dont le point est indéterminable sur le graphique. Ces deux causes d'erreur en moins, s'ajoutant à l'erreur en moins des tables de Régnault donnent nécessairement des nombres inexacts et de beaucoup inférieurs au poids réel de la vapeur.

Enfin, si nous considérons les tables hyperboliques de MM. Morin et Tresca, dressées conformément à la loi de Mariotte, la situation s'aggrave et l'erreur devient 30 pour 100.

Tels sont les éléments de calcul mis à la disposition de l'ingénieur pour le guider dans ses recherches et ses vérifications. Il suffit d'aligner ces nombres pour mettre en garde contre leur usage et constituer ma réplique à MM. Tresca et Leloutre.

Permettez-moi de provoquer une explication sur une note insérée dans une publication industrielle, qui formule des réserves indéterminées en faveur des machines à deux cylindres et manivelles croisées contre le système Woolf, dont je faisais ressortir les avantages théoriques. J'attends encore l'explication de ces vagues réserves et la démonstration de cette prétendue supériorité d'un système imparfait au point de vue théorique, sur celui qui est exempt de ces défauts. En attendant cette démonstration nous pouvons comparer les diagrammes des deux systèmes.

Diagramme théorique du grand cylindre d'une machine à manivelles à 90 degrés.

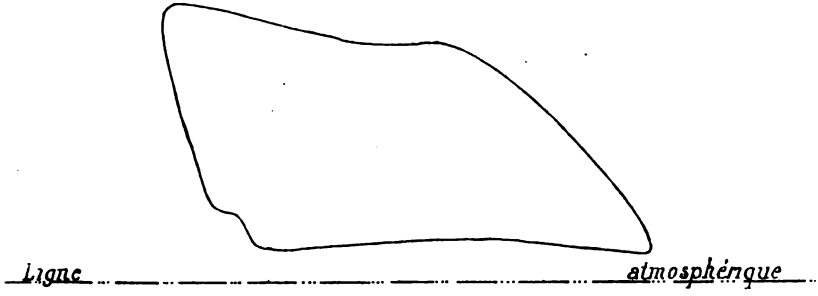


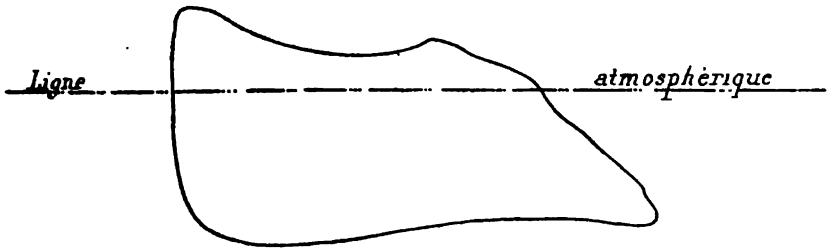
a, *b*, *c*, *d*, *e*, représente le diagramme théorique tel qu'il devrait être en vue de l'utilisation.

a', *b'*, *b c*, *e*, *d*, représente le diagramme effectif dû au croisement des manivelles.

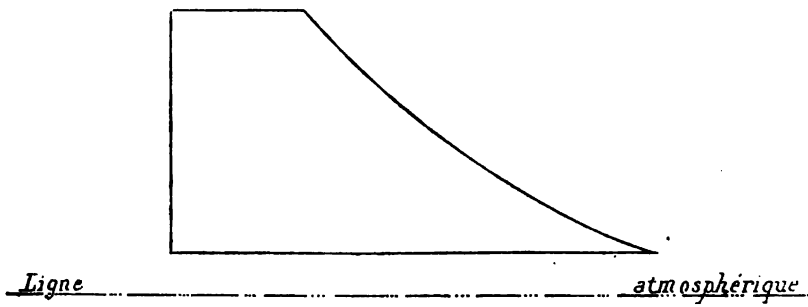
a, *b*, *a'*, *b'*, constitue l'aire de la perte.

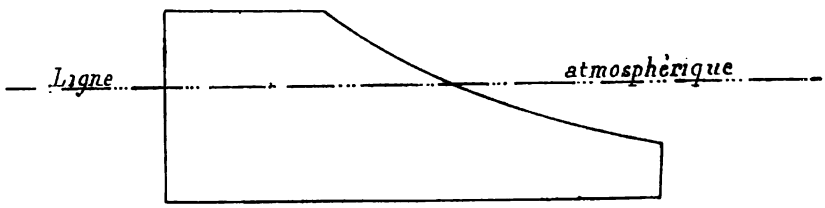
Dans la pratique les angles s'arrondissent et l'on a pour le petit cylindre et le grand cylindre.



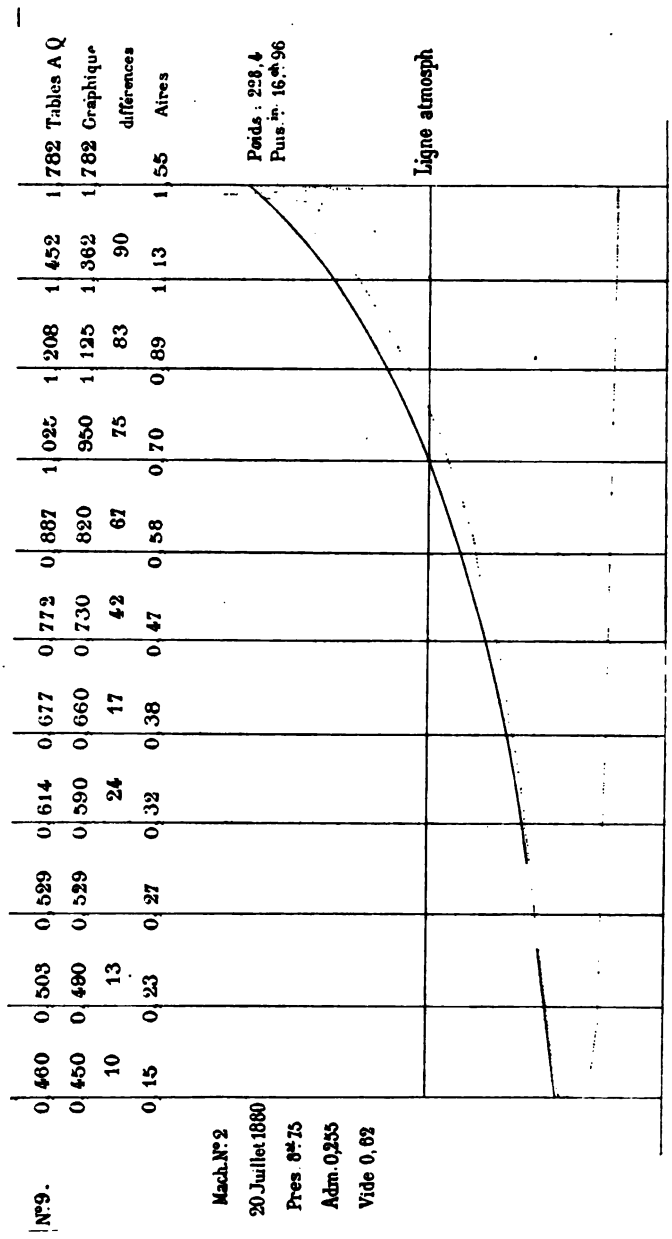


Ces diagrammes devraient être :



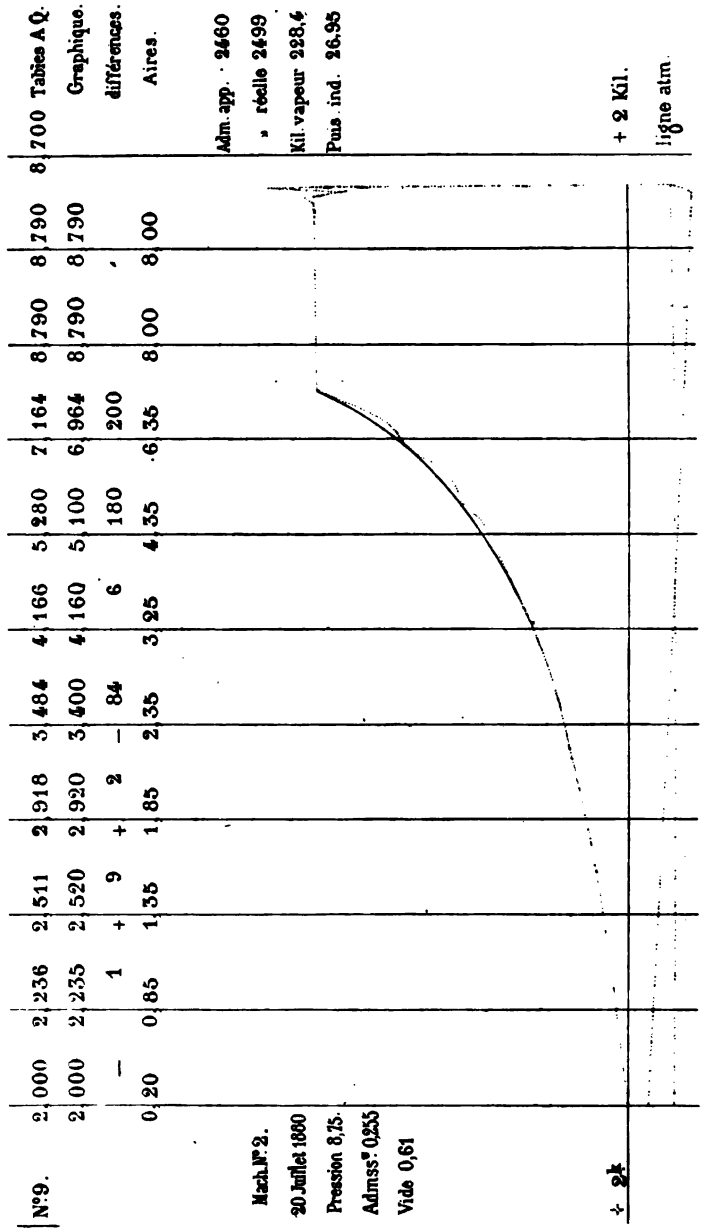


Dans les machines à cylindrées concordantes on a :



Il serait aisé de démontrer par voie de déduction les causes d'infériorité des machines a transvasements discordants ; je ne puis que

renvoyer aux études préliminaires sur ce sujet[1], et dont les valeurs



1. Séance du 5 octobre 1877, dont le mémoire a été inséré dans les numéros 47, 48 et 49 de la *Revue industrielle*, année 1879. Séances des 4 octobre 1878 et du 18 juillet 1879.

numériques sont dans mes tables de rendement[1]. La dépense minima en expériences, est de $6^k,500$ de vapeur par heure et par cheval indiqué, dans les machines les plus soignées. Comparées aux Woolf à transvasements directs et concordants on trouve :

$$\frac{6^k,500 - 4^k,800}{6^k,500} = 0,2616.$$

Rapport entre les consommations en faveur de la Woolf.

$6^k,500$ peut être considéré aussi comme la consommation industrielle des machines dernier type à un seul cylindre; nos premiers constructeurs ont garanti à la ville de Paris un maximum de $8^k,750$ de vapeur par cheval en eau montée. Au moyen des machines Woolf perfectionnées, nous avons offert de faire ce travail avec 7 kil.[2].

Pour clore cette analyse, je dois aussi faire remarquer qu'une machine marine, annoncée dans la communication de M. Gaudry, comme ayant été exécutée, et représentée par la planche n° 153, 3e série 12e volume, année 1879 de notre Bulletin, n'a jamais existé qu'à l'état de projet. Ce projet est de M. Ernest Nillus, ingénieur au Havre. Par la structure des organes, cette machine à deux cylindres manivelles à 180 degrés, toute exécutable qu'elle soit, n'aurait pu fonctionner d'une manière satisfaisante, le tiroir unique glisse entre les deux cylindres, il n'a aucune élasticité pour faire face à l'usure des quatre parties frottantes et assurer l'étanchéité. L'exactitude étant la sauvegarde de la considération d'une société technique, il convenait donc de rétablir la vérité dans ses bulletins.

Je ne saurai mieux terminer ce sujet qu'en présentant une analyse sommaire d'un mémoire fort remarquable, que je viens de recevoir de M. Schröter, professeur de mécanique à l'École polytechnique de Munich.

Ce mémoire relate une série d'expériences faites, avec autant de soin que de science, sur une machine à deux cylindres et à manivelles croisées. La distribution de la vapeur se fait par soupapes du type Sulzer.

Il y a eu six expériences à 48 diagrammes; chacune de ces expériences est résumée en un diagramme moyen. Le rapport entre les

1. Publiées par J. Dejey et Cie, à Paris.
2. Concours du 30 octobre 1880.

cylindres est 2,75; le volume du récipient intermédiaire est 1,19 du grand cylindre. L'admission, dans le petit cylindre, est déterminée par le régulateur. Pendant les expériences l'admission a été fixe. Enfin, l'admission au grand cylindre est variable à la main.

Tableau des trois expériences *a*, *b*, *c*.

DÉSIGNATION.	ADMISSIONS			POIDS DE VAPEUR.				
		CALCULÉES.		PETIT CYLINDRE.		GRAND CYLINDRE par cheval indiqué et par heure.		
	NOMINALES.	Schröter.	Quéruel.	Poids du grand = 1.	Calculé par Quéruel.	Jaugée.	Calc. Quéruel.	Différence.
a..	0,114	0,238	0,2223	0,945	»	6,675	6,528	0,0220
b..	0,114	0,232	0,2368	0,9527	»	6,438	6,414	0,0037
c..	0,119	0,243	0,2453	1,0663	6k,590	6,809	6,348	0,0700

Ce tableau démontre, malgré la prétendue supériorité des soupapes sur le tiroir : 1° que les admissions nominales sont au-dessous, de plus de moitié des admissions réelles, obtenues d'une manière rigoureuse par le calcul ; 2° que les admissions calculées par des formules différentes des miennes, mais sur une même base, sont sensiblement égales à celles que j'ai trouvées à l'aide de mes tables ; ce qui établit la justesse de ces dernières ; 3° qu'en fonction normale, c'est-à-dire récipient et cylindres chauffés, expériences, *a* et *b*, les poids de vapeur résultant de la jauge et ceux trouvés par le calcul ne diffèrent entre eux que de 1,25 pour 100 en moyenne. Enfin, l'expérience *c* pendant laquelle le chauffage du grand cylindre a été supprimé, présente cette particularité, que le poids de vapeur du petit cylindre reste sensiblement proportionnel à 0,95 du poids jaugé, comme dans les expériences *a* et *b* ; tandis qu'il descend de 7 pour 100 au-dessous à la finale du grand cylindre. Fait parfaitement explicable, du reste, que l'on rencontre dans les machines dont le chauffage des enveloppes est défectueux.

La réduction de volume du récipient intermédiaire à 0,50 a été, ainsi que la suppression du chauffage de ce récipient, d'une mince

influence sur le rendement, ce dernier a été sensiblement de 1 pour 100 pour chacune de ces causes, soit 2 pour 100 au total. Mais la suppression du chauffage du grand cylindre a eu pour effet, en faisant disparaître 7 pour 100 du volume de la vapeur, d'en augmenter la dépense de 8 pour 100.

M. Schröter a observé qu'il était très important d'éviter toute chute de pression entre les deux cylindres, et que, grâce à la variabilité de l'admission au grand cylindre, on a pu régler cette dernière de manière à établir la finale du petit cylindre sans chute. Fait, du reste, en conformité avec la théorie. M. Schröter conclut en faveur du tiroir plan qu'il trouve préférable aux fermetures à déclics, qui sont loin de répondre en exactitude à ce que l'on en attendait.

Ces observations faites avec autant d'intelligence que de soin, éclairent la question d'utilisation tant au point de vue pratique qu'à celui scientifique, elles font le plus grand honneur au savant professeur de l'École polytechnique de Munich.

RÉSUMÉ

DES

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

DU

MOIS DE MAI 1881

Séance du 6 Mai 1881.

PRÉSIDENCE DE M. Henri MATHIEU.

La séance est ouverte à huit heures et demie.

M. QUÉRUEL demande la parole sur le procès-verbal de la séance du 22 avril, en réponse à quelques considérations exprimées par M. Mallet dans une note insérée au bas de la page 448 du procès-verbal de cette séance.

Dans cette note il est dit : que la concordance des poids de vapeur sensible et de l'eau d'alimentation n'implique pas la preuve de la supériorité de la machine; qu'au contraire, les machines à pleine admission donnent exactement, ou à très peu près, le poids de vapeur conforme à celui de l'eau jaugée.

M. QUÉRUEL estime que la concordance n'est pas en relation absolue avec l'utilisation; mais qu'elle y touche par un point important, celui d'un parfait état de la machine.

Quant aux machines sans détente munies de chemises de vapeur, il n'admet pas comme M. Mallet une indication de poids concordants. En supposant qu'il n'y ait aucun échange de température pendant les périodes d'admission et d'éduction, ce qui est inadmissible, il n'en resterait pas moins l'eau entraînée qui, n'étant pas vaporisée pendant la détente, constituerait un grand déficit.

L'ordre du jour appelle la discussion sur la communication de M. Douau, relative aux ports de Marseille :

M. Douau dit que dans la dernière séance, il a présenté à la Société un résumé assez succinct, mais cependant aussi complet que possible, des différents projets soumis à la Chambre des députés, dans une de ses dernières séances relativement aux ports de Marseille. Avant l'ouverture de la discussion, il tient à faire remarquer qu'il s'est borné à l'exposé des projets en discussion, mais qu'il ne s'est prononcé ni dans un sens ni dans l'autre.

M. Marché demande la parole uniquement pour présenter deux observations préalables : M. Douau a exposé les données principales de deux projets soumis, l'un officiellement, l'autre sous forme de contre-projet, à la discussion de la Chambre où cette discussion a pris un caractère véritablement technique, puisqu'on a discuté sur le coût des déblais et remblais, et il ne s'en est fallu que de deux ou trois voix que le projet préparé par M. l'ingénieur en chef du département des Bouches-du-Rhône n'ait été définitivement adopté et qu'on ait ainsi posé, d'une manière presque irrévocable, ce principe, que, en matière de ports, l'administration, l'État, étaient seuls aptes à juger ces questions, et que l'initiative privée n'avait rien à voir en matière de ports. Le projet officiel ayant été repoussé à deux ou trois voix de majorité, la discussion reste ouverte, et je crois que nous devons nous en féliciter, les questions de ports devant être étudiées non seulement au point de vue de la construction proprement dite, mais surtout au point de vue commercial.

Je ferai une seconde observation. Dans le projet présenté par le Gouvernement comme dans celui de M. Deshorties, au sujet desquels on a distribué à la Chambre un certain nombre de plans, ce qui me frappe, c'est que, sur ces plans, il n'y a pas un seul trait indiquant des voies ferrées. On paraît avoir fait l'étude du port sans aucune espèce de souci de la manière de relier les quais aux chemins de fer qui y aboutissent.

Or, le mouvement des ports de Marseille est de 4 millions 1/2 de tonnes par an, et il s'accroît de 100 mille tonnes chaque année. Les marchandises ne sont évidemment pas destinées à la consommation de la ville, la plupart doivent être dirigées vers des contrées plus ou moins éloignées, et le port a pour but de les recevoir, de les emmagasiner, de faciliter leur chargement sur les wagons de chemin de fer et de réduire au minimum le séjour des navires dans le port.

M. le Président dit que notre collègue, M. Edmond Roy, ne pouvant assister à la séance, a présenté une observation écrite et que, avant de commencer la discussion, il va en être donné lecture :

Il est donné lecture de la note de M. Edmond Roy :

Le percement de l'isthme de Suez a donné aux principaux ports de la Méditerranée une importance qu'ils étaient loin d'avoir avant l'ouver-

ture de ce grand raccourci de parcours entre l'Europe, les Indes et la Chine.

Les chemins de fer ont puissamment contribué, également, au développement du mouvement commercial de ces ports, et c'est par les chemins de fer que le port de Gênes est arrivé à avoir une importance égale à celle du port de Marseille : par eux, Gênes et Trieste, par suite du percement du Saint-Gothard, et du Brenner, sont appelés à absorber la majeure partie du trafic de l'Europe centrale vers la Méditerranée, et tendront à retirer au port de Marseille, une grande partie du transit qui s'effectuait antérieurement par le territoire français pour le nord-ouest de l'Europe.

La question du port de Marseille est donc importante, non seulement pour ce port lui-même, mais aussi pour la France, attendu que le transit des marchandises à travers un pays est un élément important de richesse industrielle.

C'est donc au point de vue de ces deux intérêts connexes, que je crois devoir présenter des observations sur les projets des ports du sud de Marseille, dont notre collègue M. Douau a bien voulu nous entretenir et nous communiquer les plans dans la dernière séance.

Je commencerai par examiner, au point de vue marseillais seulement, la question des ports du sud.

Deux projets sont en présence, le projet dressé par MM. les ingénieurs du Gouvernement, puis le projet dressé par M. le colonel Deshorties.

Le projet des ingénieurs de l'État, d'après les plans que M. Douau nous a communiqués, s'avance, en face la pointe d'Endoume, à 500 mètres plus loin en mer que le projet Deshorties.

La digue extérieure à construire, aurait à être établie sur un fond variant de 16 à 20 et 10 mètres de profondeur, tandis que celle du projet Deshorties n'aurait à atteindre que des fonds de 14 à 13 et 10 mètres de profondeur.

Le développement des digues extérieures à construire serait, suivant le projet des ingénieurs de l'État, de 2,500 mètres environ, celui du projet Deshorties, de 3,900 mètres environ.

Le projet des ingénieurs de l'État, d'après les cotes de fond indiquées sur le plan, ne comporterait pas d'autres déblais que ceux nécessaires à établir le petit canal de communication, entre les nouveaux ports projetés et le vieux port, par l'anse des Catalans, et laisserait parfaitement libre tous les terrains du quartier des Catalans, pour y établir les magasins et les quais nécessaires au chargement et au déchargement des navires. Le projet Deshorties nécessiterait des déblais considérables, dans le rocher et sous l'eau ; l'emplacement libre entre le bord des quais et le pied d'un déblai à pic dans le rocher, qui atteint 40 mètres de hauteur, n'aurait que 70 mètres de largeur moyenne, et une grande partie de l'emplacement du quartier des Catalans serait absorbée par le nouveau port.

Cette description sommaire et comparative des deux projets montre :

1° Que la dépense de construction des digues extérieures serait plus

grande avec le projet de M. Deshorties qu'avec celui des ingénieurs de l'État; attendu que, si la profondeur à atteindre dans ce projet, pour l'assiette des digues, est 30 pour 100 plus grande que dans le projet Deshorties, le développement des digues extérieures du projet de ce dernier étant 60 pour 100 plus grand, le cube des travaux à exécuter sera nécessairement beaucoup plus grand et, par suite, plus dispendieux.

2° Le volume des déblais à exécuter pour le projet des ingénieurs de l'État serait de beaucoup inférieur à celui nécessité par le projet Deshorties, une très faible partie serait à exécuter sous l'eau; de ce chef le projet des ingénieurs de l'État serait encore beaucoup moins dispendieux que celui de M. Deshorties.

3° Les terrains conquis sur la mer, par le projet Deshorties, sont tellement exigus, que tous les abords des quais de ce projet ne laisseront aucun emplacement sérieux pour établir des magasins, entre les quais et le pied d'un immense déblai à faire dans le flanc de la montagne de Notre-Dame de la Garde, tandis que le projet des ingénieurs de l'État laisse intact tout le quartier des Catalans, avec une plus grande zone de terrain entre le bord des quais et le pied de la montagne. A ce point de vue, le projet Deshorties fait perdre plus de terrain qu'il n'en gagne sur la mer, et le projet des ingénieurs de l'État semble lui être de beaucoup préférable.

4° Si nous considérons les deux projets, au point de vue des moyens d'accès et de la facilité de communication des ports avec la ville, on voit, d'après le plan, que les quais du port de l'Oriol (projet Deshorties) seraient à 1,700 mètres plus loin de la ville proprement dite, que ceux du port du projet des ingénieurs de l'État. En outre, le coude brusque et l'exiguïté de largeur du quai, au droit de la pointe d'Endoume, rendront l'accès du port de l'Oriol peu facile pour la circulation et la fréquentation de ce passage pour le matériel roulant des chemins de fer, tandis que le projet des ingénieurs de l'État laisse toute facilité à cet égard.

Examinons maintenant la question au point de vue nautique.

M. Douau a cherché à faire ressortir les avantages du projet Deshorties sur celui des ingénieurs de l'État, voire même sur les nouveaux ports existants de la Joliette et National. Il a signalé l'intensité et la fréquence des vents du nord-ouest, les deux routes suivies par les navires pour entrer à Marseille, et indiqué que les grands vapeurs passaient entre l'îlot du château d'If et les récifs le Poudaras et le Canoubier, tandis que les petits vapeurs et les voiliers passeraient entre ces deux récifs et la pointe d'Endoume, et il a signalé comme un grave inconvénient, pour la petite navigation, la nécessité de suivre le chemin d'entrée des grands vapeurs dans le cas de l'exécution du projet des ingénieurs de l'État qui s'avance en mer jusqu'aux deux récifs précités, tandis que le projet Deshorties ne dérangerait rien au soi-disant ordre de choses actuel.

En tant qu'espace à parcourir l'objection n'est réellement pas sérieuse, car l'allongement de parcours ne serait pas de 500 mètres, et sans être un marin expérimenté, j'ai assez navigué pour pouvoir affirmer, que pour

entrer dans l'un des ports actuels de Marseille, aucun navire voilier ne s'exposera, par un vent du nord-ouest un peu frais, à passer devant le nez de la pointe d'Endoume, sur laquelle il pourrait être jeté, et encore moins entre les deux récifs précités et la digue extérieure du projet Deshorties, qui réduit de moitié la largeur actuelle du passage entre ces deux récifs et la côte.

Je ne parlerai que pour mémoire des navires venant du Levant et de l'Indo-Chine, qui sont obligés de passer à l'île de Ratonneau (port de quarantaine du Frioul) pour purger leur quarantaine, et dont la route d'entrée aux ports de Marseille se trouve beaucoup plus au large que celles indiquées sur le plan de l'étude Deshorties.

On reproche aux ports actuels de Marseille et aux ports du sud, projetés par les ingénieurs de l'État, d'être trop exposés aux vents du nord-ouest qui sont les plus fréquents et de rendre le travail des hommes employés aux manutentions des ports beaucoup plus pénible que cela n'aurait lieu avec le projet Deshorties.

Pour vous édifier, en passant, Messieurs, sur l'importance de la question des vents, aux points de vue de l'entrée et du travail dans les ports actuels et projetés de Marseille, je rappellerai à votre souvenir les renseignements précis qui vous ont déjà été donnés par notre collègue, M. Léger, sur le régime anémométrique de cette partie de la côte de la Méditerranée ; dans son intéressant mémoire sur la Camargue, publié dans notre Bulletin du premier trimestre de 1875.

Sur la direction, la durée et l'intensité des vents, il donne les renseignements suivants :

Direction et durée.

Nord	48 jours
Nord-ouest et N.-N.-O	117 —
Ouest	25 —
Sud-ouest	15 —
Sud	18 —
Sud-est	57 —
Est	15 —

Intensité.

Calme	6 jours
Brise de 5^{m} par $''$	305 —
Grand frais de 12^{m} par $''$	15 —
Coups de vent 20^{m} par $''$	8 —
Tempête 30^{m} par $''$	1 —

On voit, par ces renseignements, que le nombre moyen de jours pendant lesquels les travailleurs du nouveau port de Marseille sont contrariés par l'embrun que soulève le vent dans l'atmosphère, n'est pas aussi grand

qu'on voudrait le faire croire, et, si on considère l'orientation des nouveaux ports projetés au sud, on voit, en jetant un coup d'œil sur le plan d'ensemble, que toute la partie du projet Deshorties, comprise entre la pointe du Prado et celle d'Endoume, est identique à celle du projet des ingénieurs de l'État : tous les deux reçoivent le vent de nord-ouest en face, et le port de l'Oriol y est pris en pleine enfilade, absolument comme les nouveaux ports du nord.

Les entrées dans les ports du projet Deshorties sont-elles meilleures que celle du projet des ingénieurs de l'État, par les vents de nord-ouest? Nullement, attendu que les directions à suivre pour l'entrée des deux projets sont identiques, avec cette différence, en défaveur du projet Deshorties, que pour aborder au port de l'Oriol il faudrait arriver bien plus près de la côte que pour entrer dans l'avant-port du projet des ingénieurs de l'État, et que l'entrée de la passe devrait se faire, en plein vent debout, par un vent de nord-ouest, tandis que celles du projet des ingénieurs de l'État et des nouveaux ports du nord se font dans une direction, par rapport au nord-ouest, qui permet de bien faire porter le vent dans la voilure et de pouvoir bien gouverner.

Au point de vue nautique, le projet Deshorties présente donc moins d'avantages que celui des ingénieurs de l'État et des nouveaux ports existant au nord de Marseille.

Voici, Messieurs, les observations que j'ai l'honneur de soumettre à votre appréciation, qui sera, j'en suis convaincu, dégagée de toutes questions de clocher et d'intérêts privés qui viennent, la plupart du temps, porter le trouble et la confusion dans les discussions locales de cette nature.

Si j'étais appelé à donner mon avis sur celui des deux projets que je préférais, je répondrais nettement : ni l'un ni l'autre et je poserais les questions suivantes :

Pourquoi construire de nouveaux ports au sud de Marseille, au lieu de prolonger les nouveaux ports du nord, déjà établis dans la splendide baie du nord, bordée au nord-ouest par de hautes collines qui la protègent contre les vents dangereux?

Pourquoi abandonner une côte, beaucoup moins abrupte que celle au pied de laquelle on veut placer les nouveaux ports du sud, qui donnerait, avec la petite vallée d'Arenc-Saint-Louis, des emplacements spacieux pour la construction des entrepôts et un accès autrement facile et rationnel aux voies ferrées, que l'embranchement de la Joliette, un petit embranchement suivant ladite vallée à partir de la station des Ayglades?

La ville de Marseille ne semble nullement songer à voir ses ports être mis en communication directe avec la navigation intérieure de la France, par le canal de Bouc, prolongé jusqu'à l'étang de Berre, et un canal en souterrain de 5 à 6 kilomètres de longueur, partant de l'étang, près le Pas-des-Lanciers, et débouchant, près de l'Estaque, sur les bords de la Méditerranée qu'il longerait, pour arriver jusqu'aux nouveaux ports de Marseille par la vallée d'Arenc, précitée.

Ce canal, correspondant avec le Rhône amélioré, la Saône, les canaux directs de la Saône à la Marne, à la Meuse et au Rhin, rendrait à Marseille la suprématie du transit des marchandises entre la Méditerranée et tout le nord-ouest de l'Europe, que le port de Gênes lui dispute énergiquement et non sans succès, puisque son mouvement maritime atteint aujourd'hui 2063973 tonnes, tandis celui de Marseille n'est que de 2591052 tonnes.

A mon sens, l'avenir de la suprématie des ports de Marseille est lié, d'une manière absolue, avec la mise en communication de ces ports avec la navigation intérieure de la France, moyen de transport essentiellement économique pour pénétrer dans l'intérieur, dont Gênes et Trieste ne peuvent être dotés, et dont les projets des ports du sud s'éloignent complètement et ne tiennent aucun compte.

Tels sont les motifs pour lesquels je suis nettement opposé aux ports du sud de Marseille, aussi bien dans l'intérêt même de Marseille que dans celui du développement de l'industrie, du commerce intérieur et du maintien du transit par le territoire de la France.

On a semblé quelquefois, dans nos discussions, me prendre pour un adversaire des canaux; je suis heureux que cette circonstance me permette de vous prouver que je n'y suis opposé que dans les limites de principes pas trop absolus, réclamant des dépenses qui ne sont pas proportionnées aux services qu'elles pourraient rendre.

M. Douau. Je demande la permission de présenter immédiatement quelques observations au sujet de la note de M. Roy. Il semble résulter de l'exposé de cette note : 1° que j'ai patronné le projet de M. Deshorties, et 2° que je déclare que l'action du vent ne se fait pas sentir autant dans les ports du sud que dans les ports du nord. — J'ai répondu d'avance sur le premier point au début de cette séance. Quant au second ce n'est pas là ce que j'ai dit. J'ai indiqué que les vents du nord-ouest se faisaient sentir dans tous les ports, à l'exception du vieux port, seul à l'abri du mistral.

Notre collègue, M. Roy, a rappelé, au sujet des vents, un travail de M. Léger, mais ce travail s'applique à la Camargue, et je crois que lorsqu'il s'agit de port de mer, on doit considérer surtout le port dans lequel on se trouve. Il peut y avoir une grande différence entre les vents de Camargue et ceux du port de Marseille. Si je prends les chiffres donnés à l'Exposition de 1878, sous le patronage de la Chambre de commerce de Marseille, je trouve que les vents d'est, forts, soufflent pendant 144 jours, sur lesquels il y a 25 jours de tempête; puis, viennent les vents d'ouest, les plus violents, notamment les vents du nord-ouest occasionnant le mistral, qui soufflent pendant 135 jours, à Marseille. Vous voyez qu'il y a une différence très notable entre ces chiffres et ceux que donne M. Roy.

Il y a une autre objection présentée par M. Roy : c'est la distance qui existe entre le port de l'Oriol et le port actuel, car le centre de la ville est groupé autour du vieux port. Or je crois qu'avec les moyens nouveaux dont on dispose : télégraphe, téléphone, chemins de fer, cette objection perd de sa valeur.

On a dit encore, mais, au point de vue maritime, les deux projets présentent des inconvénients, et le projet Deshorties présente des inconvénients aussi graves que celui du Gouvernement. — Je ne suis pas compétent dans cette question, mais je tiens à vous faire connaître les pièces qui ont été présentées ; ce sont des pièces officielles émanées de marins, dont on ne peut nier la compétence. En effet, la Chambre de commerce a été appelée à donner son avis. Elle a réuni, dans ce but, une commission composée de seize marins, capitaines au long cours et un pilote major, et voilà la réponse faite au Gouvernement. (M. Douau donne lecture de la pièce par laquelle la commission réunie par la Chambre de commerce a repoussé le projet présenté par M. l'ingénieur en chef du service maritime.) . . . . . .

Maintenant il y a à Marseille les Compagnies d'assurances qui demandent à être renseignées sur le mérite des projets de travaux qui se font dans le port. Le comité des Compagnies d'assurances a nommé une commission composée d'officiers de marine, de capitaines ; cette commission a présenté d'importantes observations. (M. Douau donne lecture du rapport de ladite Commission, qui conclut au rejet du projet du Gouvernement.)

M. Hauet dit qu'après la question des chemins de fer celle des ports devait naturellement venir devant la Société. Il remercie notre honorable Président de l'initiative qu'il a prise de la faire surgir et M. Douau de sa communication opportune. De la communication de M. Douau, M. Hauet demande à retenir les deux points suivants :

Premièrement : M. Douau, dit M. Hauet, s'étonne que le Gouvernement se soit adressé à M. Bernard pour avoir des renseignements sur la valeur du projet Deshorties, je ne puis partager cet étonnement. De quoi s'agit-il au fond ? D'une demande de concession des ports sud de Marseille. Le Gouvernement a un corps spécial d'ingénieurs, c'est à lui, et à lui seul qu'il peut avoir recours, c'est ce qu'il a fait et sagement il a agi. Je regrette que le Parlement n'ait pas été aussi correct, et qu'il se soit égaré en discutant des chiffres d'avant-métrés, des détails techniques d'emploi de matériaux qui ne sont pas de son domaine. Il a créé un précédent qui le met dans l'obligation stricte, lors de sa rentrée, de discuter les projets qu'il plaira à MM. W. X. Y. Z. de lui faire présenter par leurs députés et, peut-être même sous une autre étiquette, le projet qui a été successivement : le projet Michel, le projet Deshorties, le contre-projet Farcy et qui peut devenir demain le projet de M. Douau qui, j'en suis certain, y introduirait des améliorations notables.

« Ce n'est pas, dit M. Douau, que je soupçonne l'impartialité de « M. Bernard. » C'est là, une formule oratoire qui signifie souvent le contraire de ce qu'elle semble vouloir dire. Si vous ne mettez pas en doute l'impartialité de l'ingénieur en chef, votre observation n'a aucune portée. Eh bien, vous avez tort, j'ai l'honneur de connaître M. Bernard et j'affirme que lorsqu'il a dit : le projet de M. Deshorties coûtera 100 millions, c'est que les chiffres de son estimation, soigneusement établis,

lui ont donné ce total ; et moi je dis : si l'estimation de M. Bernard est de 100 millions; le port coûtera beaucoup plus, car il n'y a pas d'exemple d'un port n'ayant coûté que le chiffre des prévisions. Et, tenez; M. Hersent nous a appris, dans une de ses substantielles communications, qu'il avait traité à 38 millions, à forfait, le port d'Anvers, je suis certain de n'être pas contredit par lui en soutenant que, malgré le forfait, le port d'Anvers coûtera plus de 38 millions, parce qu'il y a l'imprévu sur lequel on ne compte jamais qu'imparfaitement, les détails qu'on oublie, etc., etc.

Deuxièmement : M. Douau veut bien examiner la question technique et nautique, mais désire ne pas traiter le point de vue financier. A mon avis, il fait fausse route. Ce n'est pas de cette façon restreinte qu'il faut voir un projet de port; il faut, si l'on ne veut pas s'égarer, si on veut porter un jugement sûr, ne pas regarder seulement un seul côté de la question; il faut peser les considérations d'intérêt industriel, commercial, nautique, technique, économique et — militaire — quoiqu'il s'agisse d'un port de commerce. C'est pour n'avoir pas envisagé la question sous toutes ces faces que l'État, suivant moi, s'est gravement trompé sur l'autre rivage de la Méditerranée, dans l'établissement des ports d'Alger, d'Oran, de Bougie, de La Calle, etc., etc.

A-t-on songé à ce qui arriverait, si, les ports Nord et Sud étant achevés, nous avions la guerre dans la Méditerranée? Voyez-vous ses immenses bassins, ces quais étendus encombrés de richesses considérables et d'approvisionnements de toutes sortes devenant l'objet des convoitises de l'ennemi et, en quelques heures, sa proie, soit qu'il les détruise, soit qu'il s'en empare ! Il me semble que cette seule considération devrait vous empêcher de vous étendre au sud.

J'arrive aux ports Sud. Veuillez remarquer, Messieurs, combien il est facile de se tromper quand on part d'un fait à démontrer mais énoncé comme axiome.

On a dit, et tout le monde a paru d'accord : il faut bien vite creuser de nouveaux ports à Marseille. Pourquoi ? Eh ! mon Dieu, par une raison toute simple : le trafic s'accroît de 100 ou 150 mille tonnes, année moyenne ; nous allons avoir tant de mètres de développement de quais, un mètre de quai étant capable d'une manutention de tant de tonnes ; dans tant d'années (10 ou 15) il n'y aura plus un pouce de quai disponible; cela paraît mathémathique, et cependant ce n'est pas exact. Vos quais, dans l'état actuel, reçoivent-ils le maximum de tonnes qu'ils pourraient recevoir s'ils étaient bien outillés, bien aménagés? Voilà ce qu'il faudrait d'abord démontrer. Dans une précédente séance, M. Hersent, répondait à une question que j'avais l'honneur de lui poser au sujet de l'outillage des ports de Marseille : « Que le port était outillé. » Je vais être plus net: en ce qui touche le vieux port, l'outillage est nul ! On décharge et on crible les grains à l'heure présente, comme on le faisait, lors de la fondation de Marseille. Or, tout le monde sait, et M. Rousseau l'a dit, le vieux port est *le*

seul bon, au point de vue nautique; il s'y fait un mouvement de 1.500.000 tonnes. Outillez-le donc à la façon moderne, triplez sa puissance par des élévateurs à grains et par tous les engins perfectionnés connus, et alors, si un bateau, au lieu de rester immobile pendant trois jours, ne stationne qu'un jour, vous aurez obtenu le même résultat qu'en triplant le développement de vos quais. Vous manutentionnerez 4.500.000 tonnes. M. Bernard l'avait bien compris lorsqu'il voulait modifier les conditions actuelles du vieux port. M. le député Labadié a fait un mot, très spirituel sans doute, qui a fait bien rire ses collègues; il a dit : « M. l'ingénieur en chef veut agrandir les quais en remblayant le port. » C'est drôle assurément, mais ce que voulait M. Bernard ce n'est pas cela, j'imagine; c'était réduire la surface d'eau au minimum utile pour atteindre le maximum proportionnel de quai utilisable. Il n'y avait pas matière à rire.

Si l'on tient absolument à faire un nouveau port à Marseille, qu'on veuille bien ne pas considérer seulement l'intérêt, les réclamations, les doléances de cette cité, il y a un intérêt plus grand qui prime tout, c'est l'intérêt national, c'est l'intérêt de la France entière.

Il y a un projet de canal maritime de Marseille au Rhône : qu'on fasse les nouveaux bassins à l'embouchure de ce canal, c'est-à-dire à la suite du port Nord.

Le canal dont il s'agit irait de Marseille à l'étang de Berre ; l'étang de Berre, vous le savez, est une mer intérieure de 15.000 hectares qui communique avec le port de Bouc (rade fermée de 100 hectares), par un canal maritime de 5 kil. de longueur, de 60 mètres de largeur et de 6 mètres de profondeur ; et le port de Bouc est mis en communication avec le Rhône par un canal aboutissant à Arles.

Or, le jour où le Rhône navigable sera relié à Marseille, par eau, vous aurez paré à l'éventualité redoutable, que je signalais en commençant, dans le cas d'une guerre sur la Méditerranée ; la flotte qui ne me paraît pas du tout en sûreté à Toulon, viendrait dans l'étang de Berre, où elle pourrait évoluer à l'aise, les navires de commerce du port de Marseille enfileraient à la première alerte le canal maritime et viendraient l'y rejoindre ; et le tout se trouverait là à l'abri des canons de l'ennemi, si grande que puisse être leur portée.

On a beaucoup parlé du mistral, à propos des ports de Marseille, comme si on pouvait supprimer son influence ; mais, le mistral et le beau soleil, c'est tout Marseille.

Je crois en avoir assez dit pour conclure, et pour vous adjurer de ne pas suivre le Parlement dans l'impasse où il s'est engagé, il ne faut pas que notre Société puisse paraître se faire la protectrice consciente ou inconsciente d'un demandeur en concession, son rôle est beaucoup plus noble; qu'elle fasse ce qu'elle a fait lorsque se sont produites des velléités de rachat des chemins de fer par l'État. Que le groupe d'hommes éminents qui a rédigé une consultation remarquable, très complète, sur ce grave sujet, examine et dise s'il y a lieu, dans l'intérêt de la chose publique, de confier

l'exécution des ports et peut-être leur exploitation à l'initiative privée, et, quelle que soit la conclusion, il est hors de doute que Messieurs du Parlement qui voudront s'éclairer sur la question, comme c'est leur devoir, liront avec profit, pour eux et pour la nation, les arguments qui seront développés par notre Société.

M. Douau. Je partage sur beaucoup de points les opinions de notre collègue, M. Hauet. Il est évident que les ports du nord, comme ceux du sud de Marseille, ne constituent pas l'idéal de ce qu'on peut trouver. Le vieux port est le seul bon : tout le monde est d'accord sur ce point.

M. Douau dit qu'il estime que l'idée d'un port intérieur est la seule bonne et peut présenter un intérêt au point de vue militaire. Elle n'est point malheureusement praticable à Marseille.

M. Douau ajoute : Je crois que la question d'argent est très importante aussi, et doit entrer en ligne de compte ; je ne pense pas toutefois, que l'on doive s'arrêter à quelques économies, j'estime que, si un projet est meilleur que l'autre, l'on doit l'adopter s'il s'agit de l'intérêt du pays.

En réponse à une observation de M. Hauet, M. Douau dit : Notre Collègue a semblé croire, à tort, que j'accusais de partialité M. l'ingénieur en chef Bernard. Or, en se reportant au compte rendu de notre précédente séance, il est facile de voir que ce n'est pas l'ingénieur en chef que je critique.

Je suis convaincu qu'il appartient d'une manière très honorable au corps des Ponts et Chaussées, et ne le juge pas. Dans une discussion de ce genre, je crois que la question doit se prendre d'une manière beaucoup plus large, ma critique porte sur notre système administratif et sur le corps d'État qui dirige et qui veut exécuter tout, et sera tenté de repousser tout ce qui ne viendra pas de lui. Permettez-moi de le dire : il y a là une grande défectuosité dans notre organisation administrative; c'est ce que je critique et non pas M. Bernard personnellement, lequel n'est en rien responsable de notre organisation. Je crois seulement que l'on aurait pu trouver, pour examiner le projet, une personne moins intéressée que l'auteur du projet lui-même.

Maintenant, est-il plus avantageux de créer de nouveaux ports au sud plutôt qu'au nord de Marseille ? Je crois que la Chambre de commerce de Marseille doit être compétente dans cette question ; eh bien ! la Chambre de commerce s'est prononcée pour la construction de bassins au sud, dès 1878, antérieurement à l'Exposition, à propos d'un avant-projet du Gouvernement qui lui avait été soumis, et cela alors qu'il n'était pas plus question du projet actuel du Gouvernement que du projet Deshorties.

M. Douau lit, à l'appui de son dire, un extrait d'une lettre de la Chambre de commerce de Marseille au préfet des Bouches-du-Rhône.

M. Douau ajoute que la question lui semble avoir été très bien posée par la Chambre de commerce, qui a compris les différents points de vue que l'on doit surtout examiner. Il appelle l'attention sur un passage de la lettre qui a trait à l'établissement des voies ferrées.

M. Douau croit que le reproche que l'on peut faire à tous les projets qui ont été présentés, c'est qu'ils n'envisagent, en général, qu'un seul côté de la question, et qu'ils ne montrent pas que l'on se soit inquiété des moyens nouveaux qu'il peut y avoir intérêt à utiliser.

M. Douau rappelle que, comme l'a déjà dit M. Hersent, actuellement, grâce aux dispositions prises à Marseille, il est impossible de modifier les raccordements des voies existantes : tout se fait par plaques tournantes, d'où, une grande lenteur dans les opérations.

M. Douau estime que, à ce point de vue, on peut critiquer les deux projets présentés qui n'ont pas été étudiés sous ce rapport.

M. Cantagrel, en réponse aux quelques observations de M. Marché signalant l'absence de tracés de chemins de fer sur les plans des deux projets présentés à la Chambre, dit que l'on s'est cependant occupé de cette question, et qu'il avait même été décidé que toutes les voies à établir seraient considérées comme prolongement des voies de gare et que l'on ne ferait pas payer de frais supplémentaires.

A propos de ce qu'a dit M. Hauet sur la manière dont les manutentions sont faites aujourd'hui encore sur le vieux port, M. Cantagrel fait remarquer que si les commerçants trouvent avantage à se servir des portefaix pour leurs débarquements, ce n'est pas qu'ils n'aient des outils plus perfectionnés. Il y a sur les quais des bassins d'Arenc ou du Lazaret des élévateurs à grains qui appartiennent à la Compagnie des Docks-Nord; mais les formalités administratives sont si longues et si tracassières que les commerçants préfèrent employer sur les quais libres le vieux procédé moins coûteux et plus expéditif; et ainsi ils ne tirent pas parti de leurs quais comme il le faudrait.

M. Cantagrel répondant ensuite à M. Douau dit que notre Collègue vient de nous signaler un avis de la Chambre de Commerce qui, dès 1878, demandait la création de ports au sud de Marseille. Cela était exact, en 1878, alors que les projets en présence n'avaient été ni profondément étudiés, ni débattus en public; et, en 1879, on lit dans une lettre de la Chambre de Commerce, adressée au Préfet :

« *Notre Chambre a décidé de repousser absolument le projet de port du sud présenté par M. l'Ingénieur en chef du service maritime et actuellement soumis à l'enquête.*

« Mais en présence de l'utilité, de la nécessité bien reconnue et généralement admise de la création de nouveaux bassins à Marseille, nous demandons : que le Gouvernement veuille bien prescrire de nouvelles études portant *à la fois*, sur un autre projet de port au sud, dans lequel il serait tenu compte des objections et des observations que nous avons formulées, et sur un projet de nouveau bassin au nord ; que ces études nouvelles soient faites en même temps, et que les nouveaux projets dont elles amèneront la présentation soient mis simultanément à l'enquête, afin de pouvoir permettre d'apprécier, et de comparer simultanément aussi, les

avantages et les inconvénients respectifs de l'un et de l'autre de ces projets. »

Vous voyez que la Chambre de Commerce n'est plus aussi affirmative que lorsqu'elle écrivit le mémoire dont M. Douau nous a lu tout à l'heure un passage : elle admet la création d'un port au nord aussi bien qu'au sud ; ce qu'elle demande, c'est qu'on étudie simultanément pour pouvoir choisir le meilleur.

Pour mon compte, sans avoir le désir de pousser le port nord aussi loin que le demandait M. Hauet, je suis partisan du port nord; en voici les raisons :

En admettant que les bassins ne soient pas suffisants, ce qui n'est nullement prouvé et ne paraît si évident que grâce à la mauvaise utilisation des quais, il faut considérer, pour l'établissement d'un port, trois ordres d'idées. On doit étudier le but commercial, la possibilité technique et la question économique.

Si l'on considère un plan de Marseille et des environs, on y voit que les services commerciaux, les voies projetées ou réalisées y aboutissent par le nord. C'est au nord qu'aboutit la ligne auxiliaire de l'Estaque, concédée au chemin de fer de P.-L.-M. ; au nord aussi, le canal projeté du Rhône à Marseille, qui amènera dans l'anse de la Madrague le fret de sortie, indispensable à la prospérité d'un grand port. C'est là que se fera le plus économiquement le transbordement du wagon ou de la batellerie dans les navires, et réciproquement. Les bateaux n'auront plus à traverser tous les bassins pour se rendre aux ports sud et éviteront ainsi des pertes de temps et des manœuvres qui grèvent de 2 fr. par tonne environ les marchandises qui y sont soumises.

Au point de vue nautique, tout le monde est d'accord pour reconnaître que les ports sud seraient détestables. Il faudrait, pour les rendre meilleurs, les transporter sur la plage du Prado, où ils ne tarderaient pas à s'ensabler.

Les ports nord, au contraire, se sont beaucoup améliorés depuis les travaux qui y ont été faits. Depuis la création d'une digue au large et de môles, l'achèvement du mur d'abri du bassin National et des traverses ont modifié le régime des nouveaux bassins.

Le port de la Joliette laissait beaucoup à désirer à l'origine, mais l'adjonction des divers bassins a rendu la situation assez bonne. On l'améliorerait encore en continuant les bassins et en les poussant dans l'anse de la Madrague, où l'on trouvera le meilleur abri contre le mistral, surtout en s'approchant des collines. N'est-ce pas là, en effet, que vont s'abriter les gros paquebots qui n'osent affronter la périlleuse entrée de la Joliette.

Quant aux ports sud, ils resteraient toujours isolés et soumis à l'action directe des vents et des flots; c'est pour y remédier un peu que M. Deshorties a porté ses bassins dans l'intérieur des terres.

Alors se pose la *question économique*.

On construit actuellement des paquebots de 130, 140 et 150 mètres de

longueur. Sans doute, dans dix ou vingt ans on atteindra 200 mètres. Ces bateaux ne pourront évoluer dans les petits bassins projetés de toutes parts. Il faut donner aux bassins des dimensions supérieures même à celles qu'indique le projet Deshorties. Et qu'on ne croie pas qu'il soit possible de les agrandir plus tard sans faire des dépenses considérables. De grands bassins, conquis sur la mer, coûteront à raison de leur périmètre, tandis que des bassins semblables, creusés dans l'intérieur des terres, coûtent à raison de leur surface.

En outre, et bien que je ne veuille pas exposer ici les détails des devis contradictoires établis par M. Sébilotte et M. Deshorties, je crois qu'il est erroné de penser qu'on pourra se servir des déblais du creusement pour confectionner les digues, et qu'il y aura, de ce chef, une économie. On emploie aujourd'hui pour ce travail des blocs naturels considérables, pesant jusqu'à 8000 kil. Des petits matériaux, comme ceux qu'on obtiendra, seraient dispersés par la mer à mesure de l'exécution des travaux. Pour obtenir les matériaux nécessaires il faudrait produire, par une seule explosion des éboulements de 50 à 100.000 m³. Ce n'est pas ainsi qu'on peut procéder dans l'intérieur d'une ville et surtout en creusant un bassin de quelques mètres de profondeur.

Au point de vue économique le projet Bernard est préférable ; au point de vue nautique le projet Deshorties est meilleur ; au point de vue commercial ils sont mauvais tous les deux.

Par toutes les raisons qui précèdent, voici mon sentiment :

Ce n'est pas au sud, mais au nord que les nouveaux bassins devront être créés.

1° Parce qu'ils seront mieux situés au point de vue commercial (concurrence avec l'étranger, transit).

2° Parce qu'ils se trouveront au point d'arrivée de la batellerie intérieure affluant dans la gare d'eau de la Madrague, par le canal projeté du Rhône à Marseille.

3° Parce qu'ils offriront aux navires, un abri meilleur que celui qu'on obtiendrait au sud en eau profonde, et non moins bon que celui que procurerait au sud le creusement de bassins dans l'intérieur des terres.

4° Parce qu'ils coûteront moins que le projet Deshorties et qu'ils auront l'avantage de compenser une partie de la dépense de construction de la gare d'arrivée de la batellerie intérieure.

5° Parce qu'ils permettront de conquérir, à peu de frais, sur la mer, des surfaces considérables de terrain que l'État pourra vendre aux industriels toujours en quête de terrains placés à proximité des grandes voies de communication.

6° Parce que Marseille, grandissant avec ses ports, ne peut s'étendre au sud où les montagnes la limitent et qu'elle doit fatalement s'avancer vers le nord.

M. Cantagrel ajoute que, selon lui, la question des ports nord n'a pas

été assez étudiée, il pense qu'il pourrait être intéressant pour la Société d'en faire suivre les études d'une façon spéciale ; toutefois, ajoute-t-il, il serait peut-être préférable d'attendre que la nouvelle étude, présentée par le Gouvernement, fût terminée. A ce moment M. Douau pourrait nous faire une nouvelle communication.

M. Douau, en réponse aux observations de M. Cantagrel, relatives aux dimensions de certaines parties du projet Deshorties, fait remarquer que, sur une partie de sa longueur, le canal de communication entre le vieux port et les Catalans a 100 mètres de largeur; le canal du projet Deshorties ayant 130 mètres de large, lui paraît être dans des conditions bien plus satisfaisantes. — Au point de vue du trafic M. Douau conteste que, comme l'a dit M. Cantagrel, la plus grande partie se produise par le Nord.

M. Cantagrel pense que lorsqu'il s'agit de l'établissement d'un grand port, dont la construction peut durer une quinzaine d'années, on doit tenir grand compte, non seulement des conditions présentes, mais aussi des probabilités d'avenir.

Il croit savoir que l'on doit créer de grands services postaux dont le mouvement se ferait par le côté nord du port de Marseille.

M. Gaudry dit que les services dont vient de parler M. Cantagrel, existent déjà, mais qu'ils doivent recevoir une grande extension, il pense d'autre part, que, en raison des tendances que l'on a à augmenter les dimensions des navires, la largeur de 130 mètres dont il a été parlé précédemment, n'est pas suffisante.

M. Cantagrel estime que M. Douau a eu tort de comparer le canal de 130 mètres du projet Deshorties avec le canal de 100 mètres du projet Bernard, la destination de ces deux canaux n'étant pas comparable ; d'un autre côté M. Cantagrel critique la partie du projet Deshorties prévue en courbe, comme devant présenter de grandes difficultés pour la manœuvre de bateaux.

M. Marché se félicite, comme il l'a dit au commencement de la séance, que grâce à quelques voix, la question des ports de Marseille n'ait pas été tranchée par le Parlement; la discussion qui vient d'avoir lieu montre qu'il était nécessaire que la question restât ouverte, il n'y aurait qu'à gagner à laisser les choses dans l'état encore quelque temps.

M. Marché présente ensuite à la Société, de la part de M. Douau, le plan d'un projet d'aménagement étudié par M. Deshorties avec la collaboration de notre Collègue, dans lequel on a étudié le port de l'Oriol avec môles inclinés, docks et voies ferrées raccordées par aiguilles, et non par plaques tournantes. Ce projet, est déjà une amélioration de ceux présentés jusqu'ici, la continuation de l'étude de la question ne peut donc qu'être très favorable à la solution à intervenir.

M. le Président demande à M. Hersent s'il n'a rien à ajouter à ce qui vient d'être dit.

M. Hersent. La discussion ouverte paraît faire remonter à la diffi-

culté d'entrée des navires dans le port de la Joliette la nécessité d'autres ports au sud — qui répondront aussi aux futurs et prochains besoins d'agrandissement du port de Marseille.

La difficulté d'entrée du port de la Joliette est la conséquence de la dimension des navires actuels, inconnue à l'époque où fut construite la jetée. Il n'est pas douteux que cela soit susceptible d'être amélioré à peu de frais, pour satisfaire aux nouveaux besoins — ce n'est donc qu'un prétexte.

L'étude de nouveaux ports au sud du Pharo et d'Endoume est particulièrement due à l'initiative privée. Il est naturel que dans cette circonstance, l'administration s'y soit intéressée, la Chambre de commerce aussi, — mais pour ce motif, il est difficile de chercher à atteindre la responsabilité de M. l'ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, qui n'a fait qu'étudier d'après un programme défini d'avance — sa science n'a pas abaissé la falaise sans frais et son projet a le tort évident de rétrécir les passes les plus fréquentées, quand partout ailleurs on fait des dépenses considérables pour les agrandir.

On constate d'ailleurs que le vieux port de Marseille, très fréquenté et très sûr, *presque sans outillages, sans voies de fer — suffit à la moitié du trafic général* et ne représente pas le cinquième de l'ensemble des ports actuels ou en construction avec des moyens de manutention mécaniques importants et des voies ferrées susceptibles d'amélioration. On peut donc être tranquille pour quelque temps jusqu'à ce que le mouvement général soit plus que doublé.

Il nous a semblé que la question des ports de Marseille devait être envisagée à un point de vue plus général, et répondant plutôt aux intérêts français, qu'à celui plus restreint d'une localité, si intéressante qu'elle soit.

Marseille reçoit un grand nombre de navires chargés de matières lourdes, destinées à nos usines de l'intérieur, ou au transit, et d'un bas prix, nécessitant les plus grandes économies. Une différence de quelques francs par tonne, peut exercer une grande influence sur le développement de certains de nos produits concurrencés par les autres nations du monde.

On doit, par ce motif, chercher à créer des ports nouveaux, quand le besoin sera démontré, dans la direction naturelle que suivent les marchandises où des économies importantes sont à réaliser.

On a déjà beaucoup parlé d'un projet de canal reliant l'étang de Berre à Marseille, pour favoriser le trafic à Marseille même.

Pour ces motifs, il semble naturel de rechercher la construction de nouveaux ports dans la direction du Nord, et nous sommes convaincus que l'intérêt général français, gagnerait beaucoup à la création d'un port au fond de l'étang de Berre, où les navires seraient en grande sécurité, avec de grands emplacements peu coûteux, faciles à relier au chemin de fer avec 50 kilomètres d'économie de voie ferrée, pour la direction générale du trafic.

Une branche du canal d'Arles à Bouc, pourrait desservir ce port par la batellerie du Rhône.

Le nouveau port à établir dans l'étang de Berre n'exclurait pas le développement des ports de Marseille, dans la direction du Nord ; la seule qui soit accessible au chemin de fer et permette une organisation de voies assez larges pour satisfaire les besoins économiques du commerce.

La prévision d'un nouveau port dans l'étang de Berre, nécessiterait d'approfondir les passes de Bouc, et l'agrandissement du canal d'accès à l'étang de Berre, qui deviendrait, par le fait, une grande rade de refuge, accessible même aux navires de l'État. Cette disposition permettrait aussi d'apprécier dès son origine, par la plus grande fréquentation du port de Bouc, l'utilisation plus complète du canal d'Arles.

Ces résultats peuvent être acquis sans de grandes dépenses, et nous croyons, qu'en étudiant dans cette direction on réaliserait, pour la France entière, une économie importante dont le commerce et surtout l'industrie ont si grand besoin.

M. Queruel dit qu'il a visité Marseille il y a un certain nombre d'années, et du souvenir qui lui en reste, il croit pouvoir déduire que l'établissement des ports au sud, serait fort coûteux et qu'ils seraient difficilement reliés au chemin de fer. Le côté Nord, au contraire, lui paraît plus favorable.

M. le Président dit, que dans l'état où est la question, la Société a, dans la discussion qui vient d'avoir lieu, fait connaître ses impressions d'une façon aussi complète que possible; et il remercie les membres qui ont pris part à cette discussion.

Vu l'heure avancée la communication de M. Jourdain, est remise à la prochaine séance.

Les membres admis dans la présente séance, sont MM. Cristiani, Lanet, Teixeira Soarès, Terrier, comme membres sociétaires et M. le colonel Deshorties de Beaulieu, comme membre associé.

Séance du 20 Mai 1881.

PRÉSIDENCE DE M. Henri MATHIEU.

La séance est ouverte à huit heures et demie.

Le procès-verbal de la séance du 6 mai est adopté.

M. LE PRÉSIDENT fait part de la nomination de M. Vial comme commandeur de l'Ordre d'Isabelle la Catholique. Il annonce également le décès de M. Meiner.

M. LE PRÉSIDENT fait part à l'Assemblée que, dans sa dernière séance, le Comité a décidé que notre Société s'inscrirait comme membre fondateur : de la *Société de secours des Amis des sciences.*

Le but de cette société est de procurer des secours aux savants malheureux, ainsi qu'à leurs enfants et à leurs veuves.

M. le Président pense que beaucoup de membres de notre Société font déjà partie individuellement de la *Société de secours des Amis des sciences* et il se fait l'interprète de notre Comité, pour engager ceux de nos Collègues qui n'en feraient pas partie à s'y faire inscrire.

La parole est donnée à M. Jourdain pour sa communication sur les Associations des propriétaires d'appareils à vapeur.

M. JOURDAIN rappelle que, il y a cinq ans, il a déjà entretenu la Société de l'Association parisienne des propriétaires d'appareils à vapeur, qui venait d'être fondée, et des autres sociétés analogues existant alors.

Aujourd'hui ces Associations ont pris une grande importance et l'administration, tenant compte des services nombreux rendus par elles, a voulu leur donner une existence officielle en les appelant à lui prêter leurs concours.

Répondant au désir exprimé par M. le Président, M. Jourdain demande à ses Collègues la permission de les mettre au courant de la situation actuelle des Associations de propriétaires d'appareils à vapeur.

La première Association fut fondée à Manchester en 1855; aujourd'hui il en existe en Europe 44 surveillant plus de 70,000 chaudières.

M. Jourdain expose ensuite, après avoir montré les causes et les conséquences terribles des explosions, comment les industriels ont été amenés à se grouper en associations pour confier la surveillance de leurs appareils à vapeur à des hommes spéciaux.

Il explique ce que sont les Associations, qui, ayant pour but la sécurité et l'économie, divisent leur service en visites extérieures, visites intérieures et travaux divers.

Le service de sécurité est constitué par les visites. Cette surveillance active des chaudières permet d'éviter la plupart des explosions, lesquelles, tout le monde le sait, et les statistiques le prouvent, sont généralement causées par des défauts dans les tôles.

Il est reconnu, aujourd'hui, que les explosions ont diminué de 70 pour 100 parmi les chaudières convenablement surveillées par les Associations ; aussi l'administration française, convaincue par l'expérience de l'efficacité de cette surveillance, a-t-elle rendu obligatoires, dans le décret du 30 avril 1880; des visites complètes et périodiques des chaudières.

En outre, le même décret accorde certaines facilités aux membres des Associations reconnues par le Ministre.

M. Jourdain rappelle que l'exposition faite, en 1878, par les Associations de propriétaires d'appareils à vapeur, et qui a obtenu un diplôme d'honneur, montrait une collection complète de tous les défauts qui peuvent se rencontrer dans les générateurs; et il fait une énumération sommaire de ces principaux défauts pour montrer leur importance, et prouver combien il est nécessaire de découvrir ces plaies, avant qu'elles occasionnent les terribles accidents qui en sont la conséquence.

M. Jourdain explique enfin que les Associations, grâce à leur organisation même et à l'expérience que doit forcément acquérir leur personnel, peuvent rendre de très grands services aux industriels, au point de vue de l'économie dans l'emploi et la production de la vapeur.

Il appuie son dire par quelques exemples relatifs aux installations d'appareils, aux essais de chaudières, et aux essais de machines à l'indicateur de Watt, etc., et, en terminant, il émet l'espoir d'avoir, par l'exposé qu'il vient de faire, convaincu ses Collègues de l'importance capitale des Associations de propriétaires d'appareils à vapeur, ainsi que des services nombreux qu'elles rendent journellement à l'industrie.

(Le mémoire de M. Jourdain sera publié *in extenso* dans notre bulletin mensuel).

M. le Président demande à M. Jourdain, s'il résulte des renseignements qu'il possède que l'*acier* ait une tendance à remplacer le *fer* dans la construction des chaudières de machines fixes.

M. Jourdain dit qu'un certain nombre de constructeurs emploient des tôles d'acier, spécialement pour le « coup de feu, » mais qu'il ne connaît pas d'exemples de chaudières fixes entièrement construites en tôle d'acier.

Un avantage de la tôle d'acier, ajoute-t-il, est de n'être jamais pailleuse; néanmoins, bien des ingénieurs hésitent encore à employer l'acier, parce qu'ils n'ont pas la certitude absolue que deux tôles successives, considérées comme étant de même qualité, le sont réellement. La tôle d'acier employée est généralement la tôle Bessemer.

M. FLACHAT croit pouvoir affirmer néanmoins qu'en raison des progrès réalisés, la plupart des fabricants peuvent aujourd'hui fournir des tôles d'acier de qualité régulière.

M. LE PRÉSIDENT fait remarquer que dans les générateurs à vapeur, la tôle de fer ne se comporte généralement pas mieux que la tôle d'acier au point de vue des piqûres et corrosions.

M. JOURDAIN, comme confirmation, cite les expériences suivantes faites au Creuzot. On a pris des feuilles de *tôles d'acier* et de *tôles de fer* de différentes qualités, et de mêmes dimensions : que l'on a trempées dans des bassins contenant de l'eau et de l'acide : les tôles *d'acier* ont été moins attaquées que les tôles *de fer*, et plus on descendait dans l'échelle des tôles de fer plus elles étaient attaquées.

Dans un autre ordre d'idées, M. Jourdain signale que les parties les plus froides des chaudières doivent être exécutées avec des tôles de bonne qualité; le dernier réchauffeur, par exemple, doit être en tôle supérieure à celle de la chaudière, parce que, les gaz qui se produisent dans ces parties, par suite de la température inférieure à 100 degrés, et notamment l'acide sulfurique, ont une action destructive rapide sur les tôles de mauvaise qualité.

M. JOURDAIN, en réponse à une question de M. le Président, relative à la nature de la tôle qu'il lui paraît le plus convenable d'employer pour la construction des chaudières, dit que cela varie avec les dispositions et aussi avec les parties de la chaudière. La qualité est dans ce cas désignée le plus généralement à l'industriel qui demande avis sur la meilleure composition de tôle à adopter pour son générateur.

En réponse à une question de M. Brüll, M. Jourdain dit que jusqu'à présent les Associations de propriétaires d'appareils à vapeur ne surveillent pas les chaudières marines. Il existe, ajoute M. Jourdain, une Association à Bordeaux, une à Nantes, et l'Association normande s'étend jusqu'au Havre; il serait donc facile de surveiller les chaudières marines si les propriétaires adhéraient à ces Associations; mais jusqu'à présent, cela n'a pas lieu, cela s'est fait, pendant quelques temps à Paris, pour les « Mouches » qui circulent sur la Seine, mais cette surveillance a peu duré et n'existe plus.

M. FLACHAT demande à M. Jourdain, s'il est d'avis qu'il y ait inconvénient, au point de vue de la résistance de la tôle d'acier, à *poinçonner* les trous des rivets, et si, comme il l'a entendu dire, il pense qu'il soit indispensable pour ces tôles de les percer au foret.

M. JOURDAIN répond que l'on a en effet remarqué, quand on poinçonne

une tôle (aussi bien pour les tôles de fer que pour les tôles d'acier), qu'il se produit toujours des fentes (très faibles et visibles seulement à la loupe bien entendu), sur la circonférence du trou. Aussi, est-ce pour cela que, dans les travaux soignés, on exige le forage ou l'alésage des trous, après poinçonnage, afin d'enlever la région altérée.

M. Jourdain, répondant à une question de M. le Président, dit que, à son avis, il n'y a pas de désincrustant qui soit une panacée universelle. Le meilleur moyen d'éviter les inconvénients de l'incrustation, c'est d'avoir de l'eau pure ou de l'épurer.

En admettant, ajouta-t-il, que le désincrustant réussisse, il ne faut pas perdre de vue que les dépôts qu'il laisse dans la chaudière doivent être souvent enlevés, soit par des extractions, soit par un procédé d'épuration automoteur et interne de la chaudière. Sans cette précaution, en effet, les dépôts, en s'accumulant vers le « coup de feu, » deviendraient une cause de danger.

En réponse à une autre observation de M. le Président, M. Jourdain dit que les eaux de Paris marquent en général 18° à 20° à l'hydrotimètre.

L'eau de Seine est possible pour l'alimentation des chaudières, mais les eaux de puits des environs de Paris sont en général déplorables pour cet usage.

M. Quéruel, revenant sur la question du poinçonnage des tôles, dont il a été parlé tout à l'heure, signale que, selon lui, les criques les plus dangereuses sont celles qui se produisent dans le sens de la ligne de rivure, le danger est encore augmenté lorsque, pour rapprocher deux trous qui ne se rapportent pas, l'ouvrier opère au moyen de broches en acier; on comprend que dans ce cas les efforts produits peuvent notablement augmenter les criques et en faire de véritables fentes dont les conséquences peuvent être très graves.

M. Quéruel parlant ensuite des foyers, dit qu'il est surtout essentiel de leur donner des dimensions assez grandes pour que la combustion s'opère complètement à haute température, il estime, d'autre part, que, suivant lui, on place en général les grilles trop près des bouilleurs; il pense donc que au lieu de la distance de $0^m,40$ usitée le plus souvent, il y a lieu d'aller jusqu'à 1 mètre. M. Quéruel dit en avoir fait l'expérience et s'en être bien trouvé au point de vue de la combustion.

M. Jourdain, répondant aux considérations ci-dessus, dit que des expériences très complètes ont été faites par la Société de Mulhouse à cet effet, on a placé une grille d'abord à 30 centimètres des bouilleurs, puis on l'a baissée progressivement; chaque expérience a duré une semaine; le rendement a augmenté jusqu'à 55 centimètres, au delà, il a diminué. M. Jourdain pense donc qu'on ne doit pas dépasser 50 centimètres.

M. Quéruel constate que la cote de $0^m,50$ est supérieure à ce qui se fait actuellement.

Parlant ensuite de l'eau distillée, M. Quéruel dit qu'il a eu l'occasion de

l'employer pour l'alimentation des chaudières à bouilleurs sans tubes et que, dans ce cas, il n'y a jamais reconnu d'inconvénient.

Lors des nettoyages, qui se faisaient tous les six mois environ, on retirait quelques kilogrammes d'un mélange qui avait l'aspect de mâchefer.

M. Jourdain dit qu'il a, au contraire, constaté des cas nombreux, dans lesquels l'eau distillée a produit des corrosions. Il cite l'expérience suivante faite au Conservatoire, et qui montre d'une manière évidente les inconvénients de l'eau distillée : on a pris deux flacons contenant, l'un de l'eau distillée, l'autre de l'eau avec $\frac{1}{1000}$ de soude; on a introduit dans chacun un fil de fer en spirale décapé et on a bouché les flacons. Dans le flacon contenant l'eau distillée, le fer s'est rongé rapidement; dans l'autre flacon, le fer s'est parfaitement conservé. M. Jourdain en déduit que l'eau distillée a une action désastreuse sur les tôles.

En réponse à une question de M. Brüll, M. Jourdain dit qu'il est convaincu que l'air et l'acide carbonique ont une influence pernicieuse sur les tôles. C'est surtout dans les parties les plus froides des chaudières que l'on constate la présence de corrosions produites par ces deux gaz.

M. le Président remercie M. Jourdain de sa communication.

L'ordre du jour appelle la communication de M. Cantagrel sur les améliorations apportées au port de Dublin.

M. Cantagrel indique d'abord que la communication qu'il va lire est simplement l'exposé d'un procédé de fondation de quais employé sous ses yeux pendant un voyage qu'il a fait en Irlande, en compagnie de M. Vauthier. Ce procédé lui a paru curieux et mériter d'être porté à la connaissance de la Société.

M. Cantagrel établit, en quelques mots, l'importance acquise par le port de Dublin dans le cours des vingt années (1857 à 1877), pour lesquelles il possède des renseignements, et compare la croissance continuelle du trafic du port de Dublin avec les résultats obtenus dans divers autres ports des trois royaumes.

Dublin n'est pas seulement un grand port de cabotage, il devient port de long cours, et les nécessités du commerce obligent à améliorer l'état du port et du bassin.

Le port est constitué par la rivière la Liffey. La barre qui obstrue l'embouchure de cette rivière a longtemps été un obstacle ; on est parvenu à en diminuer considérablement l'importance, grâce à un système de digues convergeant vers le point culminant du banc de sable.

Les quais, jadis insuffisants, ont été augmentés ; on est parvenu à passer d'une profondeur de 2 mètres d'eau à basse mer au pied des quais (1864) à une profondeur de $5^m,10$ (1871).

Actuellement on construit un bassin dont les quais sont fondés par le procédé suivant :

Sur un quai de séchage facilement accostable par des bateaux, sont établis des moules en bois dans lesquels on coule du béton et des pierres. On obtient ainsi, après trois mois de séchage, un bloc de 8m,70 de hauteur, 3m,35 de longueur et 6m,35 de largeur à la base. Ce bloc pèse 350 tonnes.

On a réservé dans la masse quatre boîtes d'enlevage et quatre cheminées verticales correspondant auxdites boîtes. On introduit dans ces cheminées des barres terminées en T aux deux extrémités et qui servent à enlever le bloc, maintenu seulement par quatre points d'appui.

Le bloc étant prêt, on amène un bateau-grue le long du quai de séchage.

Ce bateau porte, sur le pont, une énorme grue fortement charpentée. A l'arrière une caisse à eau, et à l'avant deux caisses à eau latérales servent à établir l'équilibre du bateau. Sur le pont se trouvent des cabestans de touage.

Le bateau grue vient placer son avant contre le quai de séchage. On attache les moufles aux barres d'enlevage et on actionne le treuil jusqu'à ce que, à marée basse, l'avant touche l'eau et que le pont du bateau soit incliné. On remplit alors d'eau la caisse d'arrière. Le bateau reprend son horizontalité et lorsque la marée monte, le bloc est enlevé du quai.

Ce bloc est ensuite transporté au point qu'il doit occuper dans la ligne de quai. Sa place a été préparée d'avance, au moyen d'un bateau portant une cloche à plongeur.

Lorsque plusieurs blocs semblables, plusieurs tranches de quais ont été ainsi déposées côte à côte, on coule du béton dans les interstices qui les séparent et on commence à construire la superstructure à la manière ordinaire. Le quai, complètement terminé, atteint 13m,50 de hauteur.

Les blocs s'inclinent rarement lorsqu'on les a posés et M. Stoney, ingénieur, dirigeant les travaux du port, nous a assuré que les mouvements de tassement du bloc ne duraient jamais plus de cinq minutes, et seulement lorsqu'on les pose sur l'argile.

Des blocs semblables ont été employés pour fonder la base d'un phare et pour défendre le pied d'un autre contre les coups de mer.

(Le mémoire de M. Cantagrel sera publié *in extenso* dans notre bulletin mensuel).

M. Hamers demande à M. Cantagrel quelle est la nature des blocs et du béton employé.

M. Cantagrel dit que l'on emploie, pour la fabrication des blocs, une sorte de granit, qui forme la base du terrain de l'Irlande. On prend des morceaux assez gros que l'on place dans le moule en bois, puis on coule du béton ordinaire. Il faut trois mois pour sécher le bloc complet; une fois séché, il paraît assez parfait; la possibilité de l'enlever par quatre points de support seulement en est une preuve.

M. Hamers préférerait le béton aggloméré. La solidification naturelle de celui-ci exigerait une exposition à l'air beaucoup plus longue que la durée indiquée par M. Cantagrel; mais on activerait l'opération en ménageant à l'intérieur du bloc un certain nombre de petits conduits ou cheminées, servant à la libre circulation de l'air.

M. Cantagrel dit, que dans les blocs dont il a parlé il n'y a pas de cheminées autres que celles qui servent à l'enlevage. On n'emploie pas le béton aggloméré, on ne se sert que du béton ordinaire.

M. le Président croit que ce qu'il y a de plus remarquable dans l'opération, décrite par M. Cantagrel, c'est la masse énorme du bloc fabriqué. L'emploi de béton aggloméré ou non, est une question de localité.

M. Cantagrel appelle également l'attention sur la rapidité de l'opération, qui se fait en douze heures.

M. Quéruel demande comment on s'y prend pour amener les blocs au sol.

M. Cantagrel dit que les blocs sont construits tout à fait au bord de l'eau, sur un quai provisoire de séchage, en bois. Le bateau-grue vient toucher de l'avant au quai provisoire, il n'a qu'à prendre le bloc et à reculer de 2 mètres pour le plonger dans l'eau.

M. le Président demande quel est le temps laissé entre la pose du premier bloc et la construction de la maçonnerie.

M. Cantagrel dit que l'on pose généralement deux blocs par semaine, et lorsqu'on a une dizaine de blocs posés, on commence la superstructure; comme on laisse toujours une distance de dix blocs en arrière, on peut compter cinq semaines entre la pose d'un bloc et le commencement de la maçonnerie.

M. Cantagrel en réponse a une question de M. le Président, relative au tassement, dit que M. Stoney lui a signalé que lorsqu'il n'y a pas de tassement pendant les cinq premières minutes, il n'y en a plus après.

M. Hauet demande si c'est l'État ou une société concessionnaire qui exécute les travaux du port.

M. Cantagrel répond que c'est une société spéciale, sous la surveillance d'un ingénieur de l'État.

Dans les villes d'Angleterre, ajoute M. Cantagrel, il y a des Sociétés qui ont l'exploitation de docks dans des conditions fixées par le *Board of Trade*, et c'est l'ingénieur de la Société qui fait exécuter les travaux, sous la surveillance des ingénieurs de l'État. C'est la Société qui paye les dépenses; elle a une subvention de l'État pour faire les travaux, et elle en est responsable.

M. Hauet désirerait savoir si la Société concessionnaire, outre la subvention qu'elle touche, est autorisée à percevoir des droits de tonnage à l'entrée et à la sortie, au débarquement à quai et à l'embarquement d'ancrage, etc., etc. Ces détails lui paraissent très intéressants à connaître et

aussi dans quelles limites l'État intervient dans la fixation et la perception de ces droits.

M Cantagrel répond que oui, lorsqu'on se sert des quais, comme cela se fait à Liverpool et à Newcastle.

Les travaux dont il vient d'être parlé se font en dehors du gouvernement, mais avec son autorisation et sous son contrôle.

M. le Président remercie M. Cantagrel de sa communication.

Les membres admis dans la présente séance comme membres sociétaires sont : MM. Bagniault, de Flavitsky, Hubner et Leblanc;

Comme membre associé, M. Clemançon.

CHRONIQUE

SOMMAIRE. — La navigation à vapeur fluviale en Angleterre. — Explosions de chaudières. — Emploi du pétrole comme combustible. — Accidents de chemins de fer aux États-Unis. — Le chemin de fer du Brünig. — Chemin de fer du Gothard. — Unité de puissance pour les locomotives. — Une usine à gaz de Londres. — Coulée d'une chabotte de marteau-pilon.

La navigation à vapeur fluviale en Angleterre. — M. William Carson a lu, il y a quelques mois, devant l'*Institution of civil Engineers*, une communication très importante sur les bateaux à vapeur pour service de voyageurs de la Tamise, la Mersey et la Clyde. Cette communication a donné lieu, non seulement à une discussion, mais encore, suivant l'usage de l'Institution, à des observations par correspondance qui présentent le plus grand intérêt.

Ce travail avait été inspiré par le terrible accident du steamer *Princess Alice*, qui fit tant de victimes sur la Tamise.

L'auteur expose que sur les trois rivières, la Tamise, la Mersey et la Clyde, où le transport par eau des voyageurs a une extrême importance, les conditions dans lesquelles s'effectue ce transport sont absolument différentes et ont dû nécessairement exercer une influence sur les dispositions du matériel.

La navigation de la Tamise se divise en deux catégories, suivant qu'elle a lieu en amont ou en aval du pont de Londres. En amont, les distances sont courtes, les départs fréquents, les bateaux de faibles dimensions peuvent avoir une vitesse modérée; mais ils doivent tirer peu d'eau et se manœuvrer très facilement. Il n'est donc pas utile d'avoir des coques de fort échantillon; s'il y avait à choisir entre la solidité pour résister à des collisions et la facilité de manœuvre pour les éviter, il serait plus sûr de préférer la seconde qualité. En aval du pont de Londres, les parcours sont plus longs, les départs moins fréquents; il faut de plus grandes vitesses et de plus grands bateaux. Les coques étant plus allongées par suite de cette double condition doivent être faites beaucoup plus solides, il faut également des moyens de manœuvre sûrs et puissants.

Les services de Londres ont, contrairement à ce qui a lieu sur la Mersey et la Clyde, à redouter la concurrence des chemins de fer et des omnibus, sur lesquels ils ont le désavantage de l'interruption pendant les brouillards si fréquents à Londres. Le bas prix des tarifs a dû faire réduire au minimum le confortable des installations[1].

1. Dans la discussion qui a suivi, on a généralement admis que les bateaux de la Tamise

A Liverpool, au contraire, à l'entrée d'un estuaire où l'eau est fréquemment agitée, l'usage des bateaux est obligatoire et sans concurrence possible. Les diverses lignes partent toutes du grand débarcadère, construction sans rivale dans le monde, qui peut s'élever et s'abaisser suivant la marée entre les limites de 9m,75; il y a des lignes qui divergent en amont jusqu'à 10 kilomètres et en aval jusqu'à 6, mais la presque totalité du trafic a lieu pour la traversée directe de la rivière sur une largeur de 1 800 mètres.

La marée produisant un courant qui atteint une vitesse de 10 kilomètres, la traversée se faisant au milieu d'un mouvement continuel de navires et devant avoir lieu par tous les temps, de nuit aussi bien que de jour, on comprend qu'il fallait des précautions spéciales pour effectuer avec toute sécurité un trafic qui dépasse vingt millions de passagers par an.

La vitesse étant sans intérêt, les bateaux ont pu être faits courts, larges et très forts d'échantillon; tout autour du bateau règnent des gardes (*sponsons*) qui font partie de la coque elle-même et qui forment une garantie sérieuse contre les chocs; les roues sont indépendantes commandées chacune par une paire de cylindres. La facilité de manœuvre est ainsi très grande.

Le caractère de la navigation de la Clyde se rapproche de celui de la Tamise inférieure. Les parcours sont longs, et, comme la vitesse est essentielle, on a fait tout pour la rendre très grande, mais sans y sacrifier le confortable. La concurrence n'existant pas pour la plupart des points desservis, les tarifs sont rémunérateurs; la facilité de manœuvre est également indispensable.

L'auteur, après avoir établi les caractères distinctifs de la navigation sur les trois rivières, donne quelques exemples des bateaux employés, exemples illustrés par des dessins contenus dans plusieurs planches.

Un des types les plus modernes des bateaux qui font le service en amont du pont de Londres a été construit par M. Samuda. C'est un bateau avec les deux extrémités semblables, de 27m,50 de longueur, 4m,12 de largeur et 2 mètres de creux, pouvant atteindre une vitesse de 10 milles en eau calme, à un tirant d'eau de 0m,75 représentant un déplacement de 42 tonneaux. Les roues à aubes mobiles de 3m,05 de diamètre effectif sont actionnées par une paire de cylindres oscillants à condensation de 0m,550 de diamètre et 0m,610 de course fonctionnant à une pression de 175 atmosphères effectifs. Il y a trois cloisons étanches, deux à l'avant et une à l'arrière de la machine, formant quatre compartiments. Des gardes très courtes protègent les tambours et servent à l'embarquement et au débarquement, mais elles n'ont aucune valeur comme protection. Les chambres sont sous le pont avec 1m,75 de hauteur libre; des ouvertures latérales percées dans

laissaient à désirer sous tous les rapports, surtout si on les compare avec ceux des autres rivières anglaises et des fleuves étrangers. Un membre a déclaré que les *Citizen* et les bateaux de Woolwich étaient les bateaux les plus incommodes et les plus malpropres du monde, *The most uncomfortable and dirtiest passenger steamers*, à l'exception peut-être de ceux de certains services français; nous croyons inutile de les désigner.

la coque les éclairent; aucune ventilation n'est prévue et les moyens d'accès sont insuffisants. La disposition des chambres limite le nombre des compartiments étanches et rend la sécurité imparfaite. Pour des services de ce genre, la sécurité doit être l'élément essentiel à considérer. On ne peut à cause des ponts faire des bateaux salon ayant les chambres complètement au-dessus, mais on peut au moins les faire à mi-hauteur et établir au-dessous une cloison étanche longitudinale sur toute la longueur moins le compartiment des machines. Les chambres ainsi disposées sont plus claires, mieux ventilées, d'un accès plus facile, et la coque n'est pas affaiblie par des ouvertures latérales; on peut avoir, avec ce genre de construction, huit compartiments étanches qui augmentent considérablement la sécurité.

Les derniers bateaux de Woolwich ont été établis avec les chambres ainsi disposées. On peut prendre comme type un bateau construit par Westwood et Baillie; il a avant et arrière, la longueur est de 40 mètres, la largeur de $4^{m},90$, le creux de $2^{m},30$, la vitesse en eau calme est de 12 milles au tirant d'eau de 1 mètre, ce qui donne un déplacement de 86 tonneaux, dont 29 pour la machine avec la chaudière pleine. Les roues à aubes mobiles de $3^{m},15$ de diamètre sont mues par deux cylindres oscillants de $0^{m},60$ de diamètre et $0^{m},76$ de course, marchant à la pression de 2.5 atmosphères effectifs.

Il n'y a pas de défenses spéciales pour la coque qui est divisé en quatre compartiments étanches. Ces bateaux sont beaucoup plus confortables que le type précédent, mais la sécurité n'est pas augmentée, parce qu'on n'a pas tiré parti des ressources que présentait le système.

Le danger à craindre avec ces bateaux est que, si un des compartiments extrêmes vient à se remplir à la suite d'une collision, l'eau n'arrive en passant par-dessus le pont jusqu'au compartiment de la machine et ne fasse couler le bateau [1].

Les bateaux d'excursion de la Tamise du type *Albert Edward* et *Alexandra* sont analogues aux bateaux de la Clyde qui seront décrits plus loin.

Les *ferryboats* ou bateaux de passage de la Mersey ont les deux extrémités semblables avec un gouvernail à chacune; les plus beaux sont ceux qui font la traversée de Liverpool à Birkenhead, distance 1,800 mètres. Le service se fait à dix minutes d'intervalle par tous les temps. Le tarif d'un penny produit une recette annuelle de 1,125,000 francs; on transporte près de dix millions de passagers.

Il y a cinq bateaux, dont le *Claughton* est le type. Ce bateau, construit

1. Le danger le plus grave paraît être celui qui a été signalé dans la discussion par M. Mackie, et qui a amené la perte du steamer *Princess Alice*. Le compartiment du milieu est généralement très grand et contient les poids considérables des machines et chaudières; si ce compartiment vient à se remplir d'eau, à la suite d'une déchirure par collision, déchirure que la disposition plane des parois (parois qui, dans le cas cité, n'avaient que 8 millimètres d'épaisseur), rend plus facile, la poussée de l'eau sur les deux extrémités qui flottent toujours, grâce aux cloisons étanches, et l'action de la pesanteur sur le compartiment du milieu, agissant en sens inverse, feront rompre en deux le bateau instantanément avant qu'on ait pu même essayer de le rapprocher du bord.

en 1876 par Henderson et C^ie^, a les deux extrémités semblables, 45m,75 de long, 9m,65 de large, 4 mètres de creux; chaque roue est commandée par une paire de machines inclinées à action directe fonctionnant à 3 atmosphères effectifs, l'appareil moteur développe une puissance indiquée collective de 635 chevaux.

La vitesse est de 9 nœuds à l'heure au tirant d'eau de 2m,33 correspondant à un déplacement de 630 tonneaux. Six cloisons étanches transversales divisent la coque en sept compartiments, dont le central contient les machines, les chaudières étant dans d'autres compartiments. Il y a, en outre, deux cloisons longitudinales qui vont de bout en bout à l'exception du compartiment central. Les gardes qui arrivent à ras de l'extérieur des tambours font partie de la coque, la largeur obtenue ainsi est de 15 mètres environ et ces gardes débordant les parois verticales de 2 à 3 mètres donnent toute sécurité contre les collisions.

Il y a des appareils hydrauliques du système Brown frères pour la manœuvre des machines et des gouvernails, et une communication par télégraphe entre la passerelle et la machine. La chambre de 36 mètres sur 5,20 est sur le pont; le dessus sert de promenade. Des cabines sont disposées sous le pont pour les fumeurs et pour les logements de l'équipage. Le tonnage (jauge du constructeur) est de 672 tonneaux, et la licence du Board of Trade autorise à recevoir 1,598 passagers pour la traversée de la Mersey.

Ce type réunit toutes les dispositions qu'a indiquées l'expérience et est probablement le meilleur qu'on puisse réaliser comme bateau de passage.

Le *Heatherbell* employé pour le service du bas de la rivière est un bateau à pont ras avec les chambres au-dessous, de 36m,80 de longueur, 6m,40 de large et 3 mètres de creux; il peut porter 900 passagers et réalise une vitesse de 10 nœuds avec 320 chevaux indiqués au tirant d'eau de 1m,35 donnant un déplacement de 280 tonneaux. Les chambres ont 2m,13 de hauteur libre, elles sont bien éclairées par des fenêtres latérales et ventilées par le pont. Des gardes en bois avec consoles en fer règnent tout autour de la coque.

Le *Waterlily*, bon exemple d'un autre type, a 43 mètres de longueur, 6m,70 de large et 2m,66 de creux; la coque est élargie par le haut, de manière à donner 8 mètres de largeur sur le pont; il y a, en outre, des gardes en bois de bout en bout. Le bateau peut porter 800 passagers; la vitesse est de 10 nœuds avec 300 chevaux indiqués, un tirant d'eau de 1m,45 correspondant à un déplacement de 267 tonneaux. Les chambres sont à mi-pont, bien éclairées et ventilées par des fenêtres latérales, le dessus forme promenade. La coque est divisée en neuf compartiments étanches.

Tous les bateaux de la Mersey sont munis d'appareils de manœuvre hydrauliques ou à vapeur et de télégraphes pour la transmission des ordres à la machine. (*A suivre.*)

Explosions de chaudières. — L'Association des *Steam Users* de Manchester a consacré des sommes considérables à des expériences sur les chaudières à vapeur, destinées à élucider des points intéressants, tels que la résistance des carneaux intérieurs, celle des assemblages par rivets, etc. Elle s'occupe en ce moment, d'après l'*Engineer*, de faire construire une chaudière pour constater si réellement le manque d'eau peut amener l'explosion d'un générateur. On admet généralement que lorsqu'une surface de chauffe se trouve découverte et que le métal vient à rougir, si on rétablit ensuite l'alimentation, la brusque vaporisation de l'eau sur les surfaces rougies déterminera une explosion.

M. Fletcher, ingénieur de l'Association, n'admet point cette théorie et il la repousse par les considérations ci-après[1]. Supposons une chaudière contenant de la vapeur à 5 atmosphères effectifs, température correspondante à 160 degrés centigrades; l'eau vient à baisser et découvre une surface de carneaux ou foyers intérieurs (chaudière du type Cornouailles) égale à 8 mètres carrés, ce qui correspond à un poids de métal de 630 kilogrammes, lequel sera porté, par hypothèse, à une température de 750 degrés, c'est-à-dire le rouge déjà assez vif. Le métal, en s'abaissant de 750 à 160 degrés, pourra fournir $\frac{750-160}{9} = 65{,}5$ calories par kilogramme (la capacité calorifique du fer étant supposée le neuvième de celle de l'eau), soit en tout 41,265 calories, ce qui est certainement exagéré, puisqu'on ne tient aucun compte de la conductibilité du métal, en supposant que la partie hors de l'eau est à 750 degrés et la partie immergée à 160 degrés. Cette quantité de chaleur est capable de transformer en vapeur à 160 degrés $\frac{41265}{615} = 67$ kilogrammes d'eau d'alimentation à 40 degrés, lesquels, à la pression de la chaudière, représenteraient 20 mètres cubes de vapeur en nombre rond. On peut remarquer, par parenthèse, que le poids de vapeur formé est sensiblement au poids de métal dans le rapport inverse des capacités calorifiques. Comme le volume de vapeur contenu dans la chaudière considérée ne serait pas moindre (après l'abaissement du niveau d'eau) de 20 mètres cubes, il s'ensuit que la pression serait doublée; or, une pression de 10 atmosphères, même brusque, ne serait pas, dit M. Fletcher, capable de déterminer une explosion proprement dite avec une chaudière bien construite et en bon état. Ce qui arrivera probablement, c'est que les carneaux, dont la résistance aura diminué, pourront s'aplatir sous la pression ou se fendre.

Il est bon d'ajouter que, dans des chaudières où le volume de vapeur serait très petit par rapport à la surface découverte, l'augmentation de pression pourrait être beaucoup plus considérable. L'article que nous citons part de cette question pour dire quelques mots de celle de l'écrase-

1. Tout en conservant la forme du raisonnement du journal anglais, nous avons pris des chiffres un peu différents et plus en rapport avec les mesures françaises.

ment des foyers intérieurs circulaires des chaudières marines à haute pression. On avait cru obtenir des garanties sérieuses de l'emploi des foyers ondulés (corrugated flues), mais on a des exemples d'écrasement de ces foyers, notamment sur le steamer *Assyrian Monarch*, construit par Earle et C^ie^.

On explique ces écrasements par le surchauffage du métal, vulgairement *coup de feu*, mais il paraît difficile que des foyers qui ont au-dessus d'eux près de 2 mètres de hauteur d'eau puissent se trouver découverts. M. Parker, du Lloyd, semble disposé à admettre que le surchauffage serait dû à la présence d'une couche grasse sur les surfaces extérieures des foyers qui empêcherait l'eau d'arriver au contact du métal. Il est bien à désirer de voir élucider ces questions.

L'emploi du pétrole comme combustible. — Les extraits de travaux étrangers donnés par l'*Institution of civil Engineers* renferment le résumé d'une note de M. Gulishambarof, sur l'emploi du pétrole comme combustible, dont voici les points les plus intéressants.

Dans le Caucase on emploie comme combustible les résidus de distillation qui ne peuvent être employés à d'autres usages et dont on a besoin de se débarrasser. Jusqu'en 1874, ces résidus n'avaient aucune valeur; mais en 1875 on a commencé à les vendre au prix dérisoire de 0 fr. 10 les 100 kilogrammes, en 1876 le prix s'est élevé à 0 fr. 50, et en 1879 à 2 francs, alors que le naphte brut ne vaut que 0 fr. 30. On a donc dû se préoccuper de brûler cette dernière matière dont on a plus qu'on n'en emploie pour la fabrication des huiles d'éclairage et dont le prix va toujours en diminuant.

On croit généralement que le naphte brut est dangereux à cause des risques d'explosion; ces craintes ont été propagées par le professeur Lissenko et par d'autres personnages de réputation scientifique. Mais il suffit de laisser le liquide à l'air pendant quelques jours pour faire évaporer les essences, il y a une perte de poids de 15 pour 100 environ et alors on peut le remuer avec un morceau de bois enflammé sans pouvoir l'allumer.

Sur le chemin de fer de Balachanskoi, les locomotives sont chauffées avec du naphte brut qu'on introduit dans les tenders sortant des sources, et il n'y a jamais eu d'accidents. On a objecté à l'emploi du naphte qu'il produit une flamme trop longue pour les longueurs de tubes ordinaires, c'est une question d'appropriation des chaudières.

Le naphte n'est pas sujet à des explosions spontanées comme certaines houilles.

On peut jeter un boulet chauffé au rouge dans un bassin rempli de naphte sans produire autre chose qu'une simple formation de vapeur, et on peut éteindre des bûches enflammées dans du pétrole au lieu d'eau sans enflammer l'huile.

Le naphte est le combustible qui développe le plus de chaleur, et il

possède l'immense avantage de ne contenir ni soufre ni autres matières nuisibles. On peut retirer 90 pour 100 du pouvoir calorifique théorique, alors qu'on ne peut en obtenir plus de 60 des combustibles solides; 1 kilogramme de pétrole peut donc remplacer 2 kil. 1/2 de houille. Si ce résultat n'a pas encore été obtenu en pratique, c'est à cause de l'insuffisance des procédés employés.

En 1859 on émettait, en Russie, des doutes sur la possibilité d'employer le pétrole comme combustible.

Aujourd'hui la totalité des navires de la mer Caspienne sont chauffés exclusivement avec le combustible liquide; la consommation n'est que la moitié de ce qu'elle était avec le charbon.

Les expériences faites sur le chemin de fer de Bakou à Balachan montrent que 1 kilogramme de naphte remplace 8 kil. 1/2 de bois, bien que le rapport théorique des pouvoirs calorifiques ne soit que de 3 à 1. L'emploi du pétrole avec des injecteurs pour l'introduire dans les foyers est très commode, surtout pour les locomotives; on peut régler la combustion avec la plus grande facilité, les foyers durent beaucoup plus à cause de l'absence de soufre, il n'y a ni cendres, ni fumée, ni étincelles, et le travail du chauffeur est considérablement simplifié.

L'auteur considère la quantité de pétrole qui existe en Russie, et surtout dans le Caucase, comme inépuisable.

Accidents de chemins de fer aux États-Unis. — Les accidents arrivés sur les chemins de fer des États-Unis, pendant le mois de mars 1881, se répartissent comme suit :

Collisions par l'arrière		25
Collisions par l'avant		6
Collision en écharpe		1
Déraillements	par rupture de rail	10
—	par rupture de roue	1
—	par rupture d'essieu	7
—	par rupture de truck	1
—	par rupture de ponts	3
—	par écartement de la voie	2
—	par la neige	3
—	par éboulement	1
—	par obstruction accidentelle	3
—	par rencontre d'animaux	2
—	par pont laissé ouvert	1
—	par aiguille mal disposée	9
—	par rail enlevé pour réparation à la voie	2
—	par malveillance	1
—	par causes non connues	34
Rupture de bielle d'accouplement		1
	Total	113

Ces 113 accidents ont causé la mort de 38 personnes, et il y a eu

177 blessés; 16 accidents ont entraîné mort d'homme, 25 n'ont causé que des blessures et enfin 72, soit 63,7 pour 100, n'ont causé que des pertes matérielles.

Par comparaison avec mars de l'année précédente, il y a, en plus pour 1881, 48 accidents, 29 morts et 144 blessés; 70 accidents ont eu lieu de jour, 34 de nuit, dans 9 cas les indications manquent. Le mois de mars a été particulièrement mauvais, surtout dans l'Ouest, à cause de la neige et du froid; on a constaté un nombre inusité de ruptures de rails et d'essieux.

Pour l'année qui finit avec le mois de mars, la répartition des accidents est la suivante :

MOIS.	ACCIDENTS.	TUÉS.	BLESSÉS.
Avril 1880	71	11	45
Mai	46	30	107
Juin	56	15	77
Juillet	78	21	100
Août	112	49	214
Septembre	124	15	54
Octobre	120	69	137
Novembre	145	40	165
Décembre	135	29	141
Janvier 1881	223	30	182
Février	149	27	253
Mars	113	38	177
Totaux	1372	374	1652
Totaux correspondants. 1879-80	839	173	626
— 1878-79	811	216	849

Parmi les accidents les plus remarquables arrivés en mars 1881, on peut signaler la rupture d'un train d'huiles minérales sur le *Philadelphia and Reading Railroad*. La partie arrière du train vint ensuite heurter la partie avant; plusieurs wagons furent brisés, treize brûlés et une citerne à huile fit explosion.

Sur le *Hannibal and San Joseph Railroad*, un pont se brisa sous le passage d'un train et trois voitures tombèrent; il y a eu sept morts et vingt-un blessés. On attribue l'accident à la rupture d'un truck, qui entraîna le déraillement d'un wagon et la rupture des tirants d'une des poutres du pont, d'où la chute de l'ouvrage.

Sur le *Houston and Texas Central Railroad*, par suite de la chute d'un pont, quatorze wagons tombèrent dans la rivière; il y a eu trois blessés seulement.

Sur le *Philadelphia, Wilmington and Baltimore Railroad*. un pont tour-

nant étant resté ouvert au passage d'un train, la machine tomba sur un bateau de canal et le coula à fond en blessant un des bateliers.

Une vache, rencontrée par un train de voyageurs, fit dérailler la machine et le fourgon; le chauffeur et le mécanicien furent brûlés, l'un gravement, l'autre légèrement.

Un accident analogue, dû à la rencontre d'un cheval, occasionna la mort du mécanicien et du chauffeur et des blessures à trois autres personnes.

Sur le *Lake Erié and Western Railroad*, la rupture d'un essieu fit dérailler sur un pont dix-neuf wagons d'un train de marchandises; plusieurs wagons furent brisés et le pont endommagé.

Parmi les accidents sans cause connue, on peut citer un déraillement arrivé sur un pont à un train de marchandises dont sept wagons tombèrent dans la rivière. (*Railroad Gazette*).

Le chemin de fer du Brünig. — Une des lacunes les plus sensibles dans le réseau des voies de communications perfectionnées de la Suisse est celle qui sépare les lacs de Brienz et de Lucerne; aussi a-t-on songé depuis longtemps à établir un chemin de fer sur le Brünig pour relier par des voies rapides et faciles deux centres d'excursions si fréquentés par les touristes. Divers projets ont été présentés depuis 1869, d'abord celui du colonel La Nicca, puis le projet Blonitzki, ce dernier avec rampes de 50 millièmes et courbes de 180 mètres de rayon; mais on arrivait à des dépenses de construction beaucoup trop élevées. La construction du chemin de fer du Bodeli, Darligen, Interlaken, Bönigen entre les lacs de Thun et de Brienz, et l'achèvement prochain du chemin de fer du Gothard ont donné un nouvel intérêt à la question du chemin du Brünig; aussi un nouveau projet, dû à MM. Zschokke et Ott, vient-il d'être soumis par le Comité d'initiative au conseil d'État du canton de Berne. Nous empruntons les détails suivants à l'*Eisenbahn*.

Ce projet adopte la voie de 1 mètre, il prend pour point de départ les bases suivantes :

1° Communication sans rupture de charge entre les lacs de Brienz et de Lucerne;

2° Exploitation possible toute l'année si le besoin s'en fait sentir, sinon exploitation du 1er mai au 31 octobre sur tout le parcours, et du 1er novembre au 30 avril sur les sections de plaine de Brienz à Meiringen et de Diechtersmatt à Alpnach;

3° Coût d'établissement ne dépassant pas sept millions de francs;

4° Recettes basées, comme dans les premiers projets, sur un chiffre de 150,000 voyageurs et de 12,500 tonnes de marchandises.

Le tracé comprend trois sections, les deux extrêmes en plaine et l'intermédiaire en chemin de montagne.

La première part de Kienholz, près de Brienz sur le lac de ce nom, ou au besoin du débarcadère des bateaux à vapeur à Tracht; il suit la vallée de l'Hasli en empruntant sur une partie du parcours les digues de l'Aar

jusqu'à Meiringen; la longueur de cette section est de 12,600 mètres, la rampe maxima est de 12 millièmes, la rampe moyenne de 2,5 et le rayon minimum des courbes de 150 mètres.

La section de montagne entre Meiringen et Diechtersmatt, sur le lac de Sarnen, franchit le Brünig à l'altitude de 992 mètres au-dessus de la mer; la longueur est de 17,750 mètres, les inclinaisons sont au maximum de 120 millièmes et en moyenne de 80 du côté bernois et de 100 et 43 millièmes du côté lucernois, et les courbes du rayon uniforme de 120 mètres.

Enfin la troisième de Diechtersmatt à Alpnach, par Sachseln et Sarnen, a 15,150 mètres; les inclinaisons sont au maximum de 12 et en moyenne de 2,7 millièmes, et les courbes minima de 150 mètres. A Alpnach, on trouve les bateaux à vapeur pour Lucerne.

La section de montagne est à crémaillère; il y aura deux types de machines : des machines Riggenbach à fonctionnement mixte pouvant passer sans arrêt des parties ordinaires aux parties à crémaillères, ces machines pèseront 15 tonnes en service; et de petites locomotives ordinaires de 10 tonnes pour desservir, en hiver, les sections de plaine. Le matériel comprendra également vingt voitures à voyageurs du système anglais avec entrées sur les côtés, représentant ensemble huit cent seize places.

Comme on l'a vu plus haut, la dépense est évaluée à sept millions de francs; ce qui, pour la longueur totale de 15,400 mètres, fait 154,000 francs par kilomètre. Les auteurs du projet proposent de l'exécuter à forfait pour cette somme.

Le capital serait réalisé, moitié en actions, moitié en obligations, par parts égales. Après prélèvement de 5 pour 100 d'intérêt au profit des obligations, les actions pourraient avoir un revenu de 3 pour 100 environ d'après les évaluations; mais comme on compte sur une subvention de 2,500,000 francs du canton de Berne et de 260,000 francs des communes intéressées, il n'y aurait en réalité qu'une faible somme à fournir par les actionnaires. Le chemin pourra être terminé en deux années.

Chemin de fer du Gothard. — Le 16 mai, dans la matinée, a été achevé le percement en galerie de direction du tunnel en hélice de Prato, et, dans la nuit du 16 au 17 mai, celui du tunnel de Massagno (longueur, 924 mètres). Ces percements étaient les derniers à faire pour les tunnels secondaires de la ligne du Gothard; on sait qu'en dehors du grand tunnel de 14,912 mètres, il y a cinquante autres tunnels d'une longueur collective de 24,066 mètres. Le plus long est celui de Oelberg, 1,941 mètres; après viennent ceux du Monte-Cenere, 1,673 mètres; du Naxberg, 1,570 mètres; puis les sept tunnels en hélice de Freggio, 1,569 mètres; Prato, 1,559 mètres; Travi, 1,547 mètres; Piano-Tondo, 1,508 mètres; Pfaffensprug, 1,476 mètres; Leggistein, 1,088 mètres[1], et Wattingen, 1,084 mètres.

(*Eisenbahn*).

1. Chronique de décembre 1880 page 650.

Unité de puissance pour les locomotives. — M. Abt, ingénieur de l'Inspectorat technique des chemins de fer suisses, a donné dans l'*Eisenbahn* une intéressante étude sur la manière d'apprécier la puissance des machines locomotives.

L'effort de traction déduit des dimensions des organes de la machine, et concordant avec une adhérence suffisante provenant du poids de l'appareil, n'est qu'un des éléments de la question; la vitesse à laquelle cet effort est exercé doit encore intervenir.

Dans certains pays, en Autriche-Hongrie, par exemple, on mesurait, il y a peu de temps encore, la puissance des locomotives en chevaux, à raison de 1 cheval par 5,5 pieds carrés autrichiens de surface de chauffe totale, ce qui correspond à 1,82 chevaux par mètre carré. Cette appréciation n'offre rien de satisfaisant, parce que l'effet mécanique de la surface de chauffe varie dans de larges limites avec la disposition de la chaudière, la surface de grille, les proportions relatives du foyer et des tubes, la nature du combustible, etc.

Le travail s'appréciant au moyen de trois éléments, le temps, l'espace parcouru et l'effort exercé, M. Abt propose de prendre pour unités de temps l'heure, d'espace le kilomètre et d'effort la tonne. Son unité de puissance, qu'il appelle en allemand *Locomotivstärke*, est le travail nécessaire pour exercer un effort de traction de 1 tonne en parcourant 1 kilomètre en une heure.

Le travail mesuré en unités de ce genre est donc le produit de l'effort de traction que la machine peut exercer par la vitesse qu'elle peut réaliser en kilomètres à l'heure. Chacune de ces unités de puissance correspond à 3,704 chevaux, ou inversement 1 cheval à 0,27 unité.

Comme exemple, la machine à voyageurs du Central suisse, qui exerce un effort de traction moyen de 2,100 kilogrammes à 30 kilomètres, représentera 63 unités correspondant à 233 chevaux, et la machine à crémaillère du Rigi-Vitznau, qui exerce un effort de 5,400 kilogrammes à 5 kilomètres de vitesse à l'heure, aura une puissance de 27 unités, soit 100 chevaux.

M. Abt a fait des recherches fort curieuses sur les variations considérables que présentent, rapportés à l'unité de puissance, les éléments des machines locomotives de divers systèmes, éléments tels que dépenses d'établissement, poids total, poids adhérent, grille, surface de chauffe, etc., et il a donné des tableaux très complets à cet égard. Nous en présentons ici un résumé qui donne les valeurs extrêmes et montre l'importance des écarts.

DÉSIGNATION.		Nombre d'unités de puissance correspondant à : 1000 fr. de prix d'achat.	1 essieu moteur.	1 décimètre cube de cylindre.	1 mètre carré de grille.	1 mètre carré de surface de chauffe. Directe.	Tubulaire.	Totale.	1 tonne de poids. Total.	Adhérent.
Suisse-Occidentale.....	de.	0.98	27.0	0.72	48.5	6.7	0.68	0.65	1.34	2.22
	à..	1.42	37.5	1.04	76.1	12.3	0.86	0.80	1.72	3.83
Nord-Est.....	de.	0.84	16.2	0.73	40.6	7.8	0.64	0.57	1.21	2.15
	à..	1.31	37.5	1.20	59.5	12.8	0.92	0.86	2 23	4.23
Jura-Berne-Lucerne...	de.	0.74	9.6	0.69	38.4	7.3	0.61	0.62	1.37	0 70
	à..	1.44	35.0	1.20	92.5	11.2	0.80	0.76	1.95	3.50
Central.....	de.	0.86	12.0	0.78	40.7	8.1	0.69	0.64	1.40	1.64
	à..	1.55	35.0	1.10	64.8	11.7	0.83	0.77	1.66	3.32
Union-Suisse.....	de.	0.87	8.0	0.87	40 2	9.2	0.60	0.57	1.11	1.52
	à..	1.95	43.7	1.15	77 0	12.3	0.88	0.75	1.95	3.38
Ensemble des lignes principales.....	de.	0.74	8.0	0.69	38.4	6.7	0.60	0.57	1.11	1.52
	à..	1.95	43.7	1.20	92.5	12.8	0.92	0.86	2.23	4.23
Ensemble de toutes les lignes.....	de.	0.56	7.0	0.44	24.0	4.8	0.45	0.42	1.11	0.70
	à..	1.95	43.7	1.20	92.5	12.8	0.92	0.86	2.23	4.23
Lignes à crémaillère...	de.	0.69	27.0	0.85	30.0	6.3	0.49	0.47	1.86	0.70
	à..	0.85	36.4	1.03	36.4	9.3	0.86	0.78	2.14	0.93

M. Abt montre, par un exemple, comment on peut se rendre compte de l'emploi des dépenses de traction mieux qu'en les rapportant au kilomètre de train ou à la tonne kilométrique, expressions qui ne tiennent pas compte du profil, inclinaisons et courbes.

Il suppose un chemin de fer de 20 kilomètres de longueur divisé en six sections, AB, BC, CD, DE, EF, FG, ayant un trafic de 1,500 trains par an dans chaque sens, et desservi par des machines pesant 24 tonnes en service. Le poids total de machines transporté sera dans chaque sens $24 \times 1500 = 36000$ tonnes. Si dans l'année on a eu un total de 3,500 voitures à voyageurs à 9 tonnes, c'est 31,500 tonnes. Le nombre des voyageurs entre chacun des points A, B, C, etc., multiplié par 75 kilogrammes donne un nombre correspondant de chiffres partiels; les marchandises allant d'une extrémité à l'autre de la ligne emploient 2,500 wagons à 5 tonnes, soit 12,500 tonnes, les marchandises représentent un chiffre égal. On calcule de même que pour les voyageurs, le poids de marchandises dans les diverses sections AB, BC, etc.

Ceci fait, on exécute un tracé graphique des résistances, en portant sur

le profil en long de la ligne les charges multipliées par les coefficients de résistance, comptés à raison de 1 kilogramme par millimètre d'inclinaison, 4 kilogrammes par tonne de voiture ou wagon et 8 kilogrammes par tonne de locomotive et tender, avec réduction des courbes en rampes.

En opérant ainsi dans les deux sens, on obtient un effort de traction moyen correspondant au trafic total, effort moyen qui est dans l'exemple considéré de 800 tonnes, soit en moyenne par train $\frac{800^t}{1500} = 530$ kilogrammes. Le travail total, à la vitesse moyenne de 18 kilomètres à l'heure, est ainsi de $800 \times 18 = 14{,}400$ unités, soit 9,3 pour chaque train dans chaque sens.

On trouve que l'absorption du travail se répartit comme suit en nombre rond (toujours dans l'exemple considéré) : transport propre de la machine, 40 pour 100; transport du poids mort, 40 pour 100; transport du poids utile, 20 pour 100.

Les dépenses de traction s'élèvent, par an, à 26,000 francs; on trouve que l'unité de puissance coûte $\frac{26000}{2 \times 14400} = 0$ fr. 90 en nombre rond, soit 0 fr. 045 par kilomètre (0 fr. 43 par train kilomètre).

Ces dépenses se répartissent comme suit :

	Total.	Par unités.
Salaires.	8,500	0 fr 29
Combustible.	12,500	0 44
Graissage.	1,500	0 05
Entretien et réparation des machines.	2,500	0 09
Divers.	1,000	0 03

Le poids de combustible brûlé est de 400 tonnes, ce qui correspond à 0 kilog. 70 par unité et par kilomètre, soit 3 kilog. 4 par cheval et par heure; probablement à peu près 2 kil. 5 déduction faite des allumages, des stationnements, manœuvres, etc., ou enfin 6 kilog. 7 par kilomètre.

Nous avons cru devoir nous étendre un peu sur ces méthodes d'évaluation qui, en dehors de l'intérêt qu'elles présentent par elles-mêmes, empruntent une réelle valeur à la compétence et à la situation de l'auteur.

Une usine à gaz de Londres. — Nous avons donné dans la Chronique de mars quelques détails sur l'usine de Clichy de la Compagnie Parisienne du gaz, au sujet de la visite qu'y firent, à la fin du mois de juin de l'année dernière, les membres du Congrès de la Société technique de l'industrie du gaz. Précisément à la même époque, le 29 juin 1880, les membres de la *Society of Engineers* visitaient l'usine de la *South Metropolitan Company* de Londres, située dans Old Kent-Road, et nous croyons intéressant, à titre de comparaison, de donner quelques détails sur cette usine d'après le compte rendu contenu dans les travaux de cette Société.

L'usine occupe 14,5 hectares de terrain, partie appartenant à la Compagnie, partie louée à long terme; elle peut produire par vingt-quatre heures 200,000 mètres cubes de gaz en nombre rond, par la distillation de 700 tonnes de houille; c'est ce qu'on produit actuellement en hiver.

Il y a deux halles de distillation; l'ancienne contient 385 cornues à deux têtes, soit 770 têtes. La nouvelle renferme 112 cornues semblables, soit 224 têtes; elle est construite sur des voûtes en béton de 6m,20 de portée et de 1 mètre de flèche, l'épaisseur des voûtes est de 0m,45. Les cornues sont faites en briques de forme spéciale; elles coûtent un peu plus cher que les cornues en terre à cause de la main-d'œuvre, mais leur durée est double. A la sortie des cornues le gaz passe dans des laveurs, puis dans des condenseurs à air composés de colonnes de fer de 1m,20 de diamètre et 6 mètres de hauteur. Les extracteurs sont du système Beale, divisés en deux groupes : l'un d'eux se compose de deux appareils; le premier est commandé par une machine à balancier de 20 chevaux, construites par Middleton et qui présente la particularité, peu recommandable d'ailleurs, de posséder trois tiges de piston les unes à côté des autres au lieu d'une seule; le second a pour moteur une machine Woolf, également à balancier de Easton et Amos. Ces machines, quoique très anciennes, fonctionnent encore bien. Le second groupe est actionné par deux machines Compound de 30 chevaux, de Bryan, Donkin et Cie, d'un dessin plus que médiocre.

La salle des épurateurs renferme huit appareils de 8 mètres sur 12 et 1m,70 de hauteur contenant de l'oxyde de fer, *bog ore* d'Irlande. Ils peuvent épurer 225,000 mètres cubes par jour. On construit à côté un nouvel atelier qui contiendra sept autres épurateurs de dimensions analogues.

Des épurateurs le gaz passe dans des laveurs du système Livesey, où il traverse en bulles une couche d'eau de 0m,150 et achève de se dépouiller de goudron.

L'ouvrage le plus intéressant est un gazomètre en construction qui sera le plus grand appareil de ce genre. La cuve a 66m,50 de diamètre intérieur sur 16m93, de hauteur; elle est en béton composé de deux parties de sable, deux de gravier, trois de mâchefer et un de ciment de Portland, et revêtue de deux couches de 12,5 millimètres chacune de ciment lissé à la truelle avec le plus grand soin.

La cloche est du système télescopique, à trois levées de 16m,50 chacune, le diamètre maximum étant de 65m,25.

La calotte n'a pas d'armatures, elle est en tôle d'acier reliée à la partie circulaire par une cornière en acier à l'angle de 105 degrés. La partie circulaire de chaque levée est renforcée par 48 armatures. La calotte qui a 4m,25 de flèche repose, lorsque le gazomètre est à fond, sur une charpente en bois appuyée sur le fond de la cuve, charpente qui sert d'ailleurs pour le montage.

Les guides sont au nombre de vingt-quatre; chacun, de 49 mètres de hauteur, correspond à deux galets tangentiels et un galet normal, tous ces

galets ayant 0m,45 de diamètre. Ce gazomètre doit contenir 160,000 mètres cubes et coûtera, tout compris, 1,200,000 francs; ce qui correspondrait à moins de 8 francs par mètre cube.

Le compte rendu décrit ensuite l'usine à gaz du district du Palais de Cristal à Sydenham, usine qui ne paraît présenter aucune particularité bien intéressante.

Coulée d'une chabotte de marteau-pilon. — Le Bulletin de l'*Engineers Club of Philadelphia* donne la description de la fonte de la chabotte d'un marteau-pilon de grandes dimensions en montage aux aciéries de Black Diamond à Pittsburg. C'est, dit-on, le plus puissant pilon qui existe dans la contrée. Ses dimensions principales sont : diamètre du cylindre, 1m,020; course, 2m,745; diamètre de la tige, 0m,280. Le mouton en acier Krupp a 1m,982 de hauteur sur 1m,173 et 0m,762, il pèse 17 tonnes. Les montants sont en tôle et cornières. Le poids total de l'appareil sans la chabotte est de 86,000 kilogrammes.

Pour fondre la chabotte, on a employé cinq cubilots versant la fonte dans un réservoir en briques réfractaires pouvant contenir 30 tonnes; un autre réservoir de même construction, de 20 tonnes de capacité, devait servir en cas d'accident au premier. La chabotte a à la base 3m,86 sur 3m,05, et au haut 1m,83 sur 1m,07 et 3m,05 de hauteur; elle a été coulée renversée, pour que les impuretés restassent à ce qui serait la partie inférieure, laissant saine la surface destinée à recevoir l'enclume. Le moule était dans une fosse, et la partie supérieure affleurait à peu près le sol. Le moule était établi sur une forte plaque de fonte, et construit en briques réfractaires couvertes d'une couche d'argile réfractaire de 12,5 millimètres d'épaisseur enduite de plombagine. Les trous de coulée étaient au nombre de six, en communication par des rigoles et les évents au nombre de seize, de 0m05 de côté; les briques étaient maintenues par une enveloppe en tôle assemblée par rivets avec interposition d'une couche de sable bien pilonné de 0m,30 d'épaisseur. Le moule a été séché avec des feux allumés à l'intérieur pendant quinze jours, et lorsqu'il a été bien sec on l'a recouvert de plaques de tôle pour l'empêcher de refroidir.

Les cubilots ont été allumés à cinq heures du matin, on a commencé à donner le vent à six heures, la fonte a commencé à couler dans le réservoir à sept heures, et la coulée a été terminée à une heure et demie après midi. La fonte avait été extrêmement liquide. Lorsqu'une légère croûte a été formée à la surface de la pièce, on a recouvert celle-ci de charbon en poudre, puis de sable à l'épaisseur de 0m,60, et on laissera refroidir pendant quatre ou cinq mois avant de démouler.

COMPTES RENDUS

ACADÉMIE DES SCIENCES.

Séance du 18 Avril 1881.

Rapport sur un mémoire de M. Périssé, intitulé : « Des causes qui tendent à gauchir les poutres des ponts en fer, et des moyens de calculer ces poutres pour résister aux efforts gauchissants. » Commissaires : MM. Yvon-Villarceau, Phillips, Resal, Lalanne, Bresse, rapporteur.

Nous avons mentionné, dans les comptes rendus de juin 1880, le Mémoire de M. Périssé, dont le but était de signaler, comme causes principales tendant à gauchir les poutres longitudinales des ponts en fer, le mode d'assemblage ordinaire des pièces de pont et la compression de la plate-bande supérieure du double T, par suite de la flexion des poutres dans le sens vertical.

Le rapport indique comme conclusions, que M. Périssé a étudié un problème qui s'impose à l'attention des constructeurs et dont la solution théorique n'existe pas encore. S'il n'a pas donné cette solution, il a cependant fourni des éléments pour y arriver et il a ainsi réalisé un certain progrès. Le rapport propose donc de l'encourager à poursuivre ses recherches et de lui adresser des remerciements pour son intéressante communication.

Séance du 9 Mai 1881.

Action de la lumière sur les corps phosphorescents, par M. Clémandot.

L'auteur, dans une lettre adressée à M. Dumas, indique que les corps phosphorescents absorbent la lumière, *vibrent*, c'est-à-dire deviennent lumineux, et que, aucun changement *chimique*, aucune altération de la matière ne survenant, le phénomène en question ne peut être qu'un phénomène *physique*. Si on soumet ces corps aux influences des différents rayons colorés, on remarque de grandes différences dans les résultats. Le rayon bleu est le rayon *vibrateur*, tandis que les rayons rouges, verts, jaunes particulièrement, n'illuminent pas les corps, ne les font pas vibrer. Enfin, il doit y avoir, au sens de M. Clémandot, une certaine analogie entre l'action de la lumière sur les corps phosphorescents et sur les corps organisés. Des expériences

faites par M. Yung de Genève ont montré que l'influence vibratrice la plus considérable est dans le rayon bleu et la moins vibratrice dans les rayons rouges, verts et jaunes, ce qui confirme les expériences du général Pleasonton de Philadelphie, sur l'engraissement plus rapide des porcs placés sous l'influence du rayon bleu.

M. Dumas indique, à la suite de cette communication, que les expériences dont M. Clémandot l'a rendu témoin ont été effectuées au moyen du verre rendu phosphorescent par le sulfure de calcium.

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

Mars 1881.

Rapport fait par M. Davanne sur les **gravures photographiques**, présentées par M. Arents.

Les recherches pour arriver à réaliser l'utilisation de la lumière pour la gravure d'une planche métallique, remontent aux premiers essais de Nicephore Niepce; elles n'ont pas cessé de marcher parallèlement avec les progrès de la photographie et en même temps elles se sont portées aussi bien sur la gravure en creux, pour l'impression en taille douce que sur la gravure en relief pour l'impression typographique, elles se divisent donc en deux modes d'opérer très différents :

Dans l'un, qui à pris naissance avec les études sur la gélatine bichromatée, les inventeurs procèdent par moulage des reliefs plus ou moins accentués, obtenus par la lumière;

Dans l'autre, on produit par la lumière les réserves partielles qui protégeront la plaque contre la morsure d'un agent chimique et on rentre dans les conditions de la gravure à l'eau-forte.

Les photogravures de M. Arents rentrent dans cette dernière catégorie.

On obtient d'abord à la chambre noire un cliché fait avec les soins les plus minutieux, on en opère le renforcement au moyen d'un mélange de solution pyrogallique et de nitrate d'argent ; ce cliché peut être utilisé pour la gravure en creux ou pour la gravure en relief. Dans l'un et l'autre cas, la planche métallique à graver est recouverte d'une couche mince de 6 grammes de solution de gélatine, 1 grammes de bichromate de potasse et 125 d'eau.

Pour la gravure en creux, le cliché doit être une épreuve positive sur glace, on le met en contact avec la couche bichromatée de la planche et on expose à la lumière; la gélatine passe à l'état insoluble et même imperméable, excepté sous les traits noirs du positifs. Il suffit alors de plonger

la planche, sans autre préparation, dans une solution de perchlorure de fer d'autant plus étendue qu'on veut une morsure plus rapide.

Le liquide ne pénètre que dans les traits préservés de la lumière, et attaque le métal par une première morsure ; on opère ensuite en nettoyant la planche et par des encrages successifs, puis par un saupoudrage de bitume ou de résine, suivi d'un chauffage à 70° ou 80°, on forme une nouvelle réserve superficielle que l'on peut renouveler chaque fois et qui permet de continuer autant de morsures à l'acide qu'il est nécessaire pour arriver à l'intensité voulue.

On obtient par ce procédé des fac-similé tellement comparables à l'original, que l'on peut rééditer les vieilles gravures, les anciennes eaux-fortes, les dessins, etc ; cette méthode est également très utile pour la reproduction à bon marché et absolument précise de planches d'une exécution délicate, telles que cartes, plans, tracés géométriques, etc.

Lorsqu'il s'agit de l'impression en relief, on emploie un cliché négatif également obtenu à la chambre noire, mais on le retourne au moyen des diverses méthodes connues.

Le cliché redressé est mis en contact avec la planche métallique (cuivre ou bronze préférablement) recouverte d'une couche mince de gélatine bichromatée parfaitement séchée ; on expose à la lumière, puis après la planche est immergée au bain de perchlorure de fer, nettoyée et soumise aux opérations alternatives des morsures à l'acide et des encrages successivement répétés avec addition de résine. Ces planches terminées, sont ajustées sur un bois d'épaisseur et entrent dans la composition du texte d'imprimerie.

Rapport de M. Sebert, sur les **télémètres répétiteurs**, de M. Le Cyre. — Ces appareils se distinguent des autres télémètres connus, en ce qu'ils sont pourvus de dispositions qui permettent d'opérer des retournements successifs et d'appliquer aux opérations le principe de répétition, qui donne le moyen de diminuer à volonté les erreurs de lecture.

Il y a un télémètre portatif qu'on tient à la main et qu'on manœuvre comme un sextant ; on peut avec cet appareil connaître, même dans la nuit la plus profonde, la distance d'un point lumineux, comme le feu d'un navire ou d'un phare, sans qu'il soit nécessaire d'apercevoir aucun autre objet extérieur, puisqu'il suffit, pour mesurer cette distance, d'établir la coïncidence des deux points lumineux que forme, dans la lunette, la double image de la flamme aperçue.

L'appareil de 1 mètre de longueur, construit par M. Le Cyre, fait connaître les distances avec une erreur moyenne de 30 mètres environ à 1,000 mètres.

Le second appareil est destiné a être placé dans des espèces d'observatoires ; il a 6 mètres de base et peut donner une erreur inférieure à 100 mètres, jusqu'à la distance de 5,000 mètres.

M. Le Cyre fait également des télémètres pouvant être placés sur une voiture à la suite de l'artillerie et pouvant être mis en station immédiatement

et des grands appareils pouvant être installés à bord des navires; ces derniers sont disposés de manière a être indépendants des mouvements d'oscillation du navire.

Notice nécrologique sur M. PALIARD, membre du comité des arts économiques.

Le Phylloxera, création de syndicats.

L'Agriculture des États-Unis et du Canada, par M. BRANDIN.

ANNALES DES PONTS ET CHAUSSÉES

AVRIL 1881.

Notice nécrologique sur M. de la Rue, inspecteur général des ponts et chaussée, par M. DESLANDES, inspecteur général des ponts et chaussées.

Notice biographique sur M. Deslandes, inspecteur général des ponts et chaussées, par M. BROSSELIN, ingénieur en chef des ponts et chaussées.

Second mémoire sur le **Roulage, les rectifications faites et les rectifications à faire**, par M. LECHALAS, ingénieur en chef des ponts et chaussées. Les constatations sur lesquelles sont basées cette étude ont été faites dans le département de la Seine-Inférieure.

Le mémoire passe en revue le partage de la circulation, les rectifications projetées, les rectifications aux abords des villes, les bénéfices du public; deux notes traitent de la mesure de l'utilité des travaux publics et de la répartition des dépenses :

Les conclusions sont que :

I. On ne doit pas rectifier une côte dangereuse en doublant sa longueur, sans diminuer le total des montées.

II. Si l'on pouvait rectifier une côte dangereuse à 0,06 ou 0,07 sans grand allongement et sans courbes à petits rayons, cette solution serait préférable au contournement très adouci qui doublerait la longueur.

III. Les diligences et les voitures très chargées se détournent à la descente des côtes dangereuses, quand on rectifie celles-ci à 0,05 ou 0,06 sans allongement de plus de 50 pour 100.

IV. Les côtes de 0,06 doivent être rectifiées sur les routes à forte circulation, lorsqu'on peut réduire notablement la montée totale en même temps que la déclivité maxima, sans grand allongement.

V. On rencontre souvent des tracés vicieux, dont les fortes déclivités peuvent être supprimées sans allongement notable. Les rectifications sont toujours utiles au public et il faut les exécuter dans les cas suivants (questions d'opportunité et de répartition de dépenses réservées) : 1° quand la descente est dangereuse ; 2° lorsque le bénéfice à recueillir par le public dépasse l'intérêt du montant de l'estimation.

VI. Il y a des exemples de tracés vicieux à faibles déclivités ; il peut être avantageux de leur substituer des tracés à pentes plus fortes (non dangereuses), si cet inconvénient est accompagné d'une très grande réduction de la longueur.

VII. En général, il ne faut pas rectifier les côtes non dangereuses quand elles sont pourvues de relais de renfort. On peut être conduit à faire des sacrifices pour supprimer de préférence certaines déclivités inférieures au maximum.

Note sur la **Manœuvre des barrages Chanoine**, par M. Maurice Levy, ingénieur en chef des ponts et chaussées.

Mémoire sur l'**Emploi de bassins d'épargne**, pour réduire la dépense d'eau dans les canaux éclusés, par M. Decœur, ingénieur des ponts et chaussées.

Notice sur un instrument destiné au **Calcul rapide des terrassements**, par M. Blum, ancien élève de l'École des ponts et chaussées. — Cet appareil est destiné à faciliter l'emploi des tableaux graphiques de M. l'inspecteur général Lalanne, relatifs aux surfaces entièrement en remblai ou en déblai. On peut d'ailleurs généraliser la question et réaliser une règle s'appliquant à tous les cas.

ANNALES DES MINES.

1re *livraison de* 1881.

Note sur le **Régime de la source de Camoins-les-Bains** (commune de Marseille), par M. Villot, ingénieur en chef des mines. —

Ces eaux sont des eaux sulfureuses froides provenant, selon toute vraisemblance, de la décomposition du gypse par des matières organiques dont les eaux superficielles se chargent en circulant sur le sol ou dans le sous-sol, où elle pénètrent par les affleurements ou autrement. Elles contiennent donc de l'hydrogène sulfuré libre ou à l'état de sulfure et du sulfate de chaux en dissolution. Elles renferment aussi des carbonates de chaux et de magnésie et de faibles quantités de chlorure et de matières organiques.

La source est située à 120 mètres de distance horizontale et à 16 mètres en contre-bas du plafond du canal de Marseille.

L'objet de l'étude était de rechercher l'influence exercée sur le débit et la minéralisation de la source, par les infiltrations du canal et les arrosages d'été sur les terrains avoisinants qui sont tous en prairie.

Les conclusions sont que si les infiltrations, étant assez faibles, ne peuvent pas, à elles seules, altérer la nature des eaux de la source, les arrosages ont une influence désastreuse et peuvent faire perdre, précisément à l'époque de la saison balnéaire, plus des 2/3 du principe sulfureux qui constitue le principe actif essentiel de ces eaux.

Bulletin des travaux de chimie, exécutés en 1879, par les ingénieurs des mines dans les laboratoires départementaux.

État actuel de l'industrie minérale dans le Cerro de Pasco (Pérou), par M. Du Chatenet, ancien élève de l'École des mines.

Notice sur une **soupape de sûreté,** de M. Th. Adams de Manchester, par M. Vicaire, ingénieur des mines. C'est une soupape de sûreté à charge directe au moyen d'un ressort, essayée au chemin de fer du Nord. Le principe consiste dans l'utilisation de la force vive de la vapeur qui s'écoule pour tenir la soupape soulevée; on dispose pour cela autour de l'obturateur, et faisant corps avec lui, un rebord contre lequel vient frapper la vapeur en mouvement. De la sorte, à mesure que la soupape se soulève et que sa surface interne, primitivement en contact avec la vapeur, se trouve moins pressée, une compensation s'établit aussitôt par la pression qui résulte du choc de la vapeur contre ce rebord.

Afin de mieux diriger la veine fluide contre ce rebord, M. Adams donne à la surface interne de l'obturateur la forme d'un cône renversé. Sur ce cône sont implantées, comme d'habitude, les ailettes directrices. La note constate qu'au point de vue de l'échappement de la vapeur, la soupape de M. Adams réalise d'une façon remarquable les conditions d'une véritable soupape de sûreté. Elle est certainement très supérieure sous ce rapport aux soupapes ordinaires.

Étude sur la **mesure exacte des hautes pressions** et sur le frottement des cuirs emboutis des presses hydrauliques, application à la

construction des machines à essayer les métaux, par M. Georges Marié, ingénieur au chemin de fer de Lyon.

L'auteur décrit d'abord sommairement les divers manomètres employés jusqu'à ce jour : manomètre à air libre, manomètre à air comprimé, manomètre à plusieurs branches, de Richard; manomètre à pistons différentiels, de Galy Cazalat; manomètre à air libre, de M. Cailletet, installé dans un puits de mine; enfin manomètre imaginé par M. Marié père, ingénieur en chef au chemin de fer de Lyon, consistant en deux manomètres métalliques placés l'un en haut, l'autre en bas d'une colonne de mercure de 7m,600 correspondant à 10 atmosphères; la graduation étant faite, à partir du zéro et de 10 en 10 atmosphères, en changeant de place les deux manomètres chaque fois.

L'auteur examine ensuite l'emploi des soupapes pour la mesure des hautes pressions; les soupapes ordinaires ne donnent pas de bons résultats en pratique, à cause de la difficulté de s'assurer du moment précis du soulèvement, l'appareil étant d'autant plus défectueux que la pression est plus forte, parce que, pour les hautes pressions, il faut donner au siège de la soupape une très grande surface.

M. Marié a cherché à employer une soupape-piston sans garniture, analogue à l'indicateur de Watt et aux appareils destinés à mesurer la pression de la poudre, et il en décrit l'application à des appareils enregistrant les pressions de 0 à 1,000 kilogrammes, aux soupapes de sûreté et aux régulateurs de pression.

La seconde partie du travail concerne le frottement des cuirs emboutis des presses hydrauliques, dont l'emploi de la soupape précédente a permis de mesurer la valeur à l'aide des machines d'essai de la Compagnie de Lyon. M. Marié a trouvé un coefficient de frottement toujours inférieur à 0,005 au lieu de 0,120, chiffre donné par les aide-mémoires pour les cuirs de garnitures de pistons bien graissés, c'est donc un chiffre inférieur à 1/24 du chiffre généralement admis.

La troisième partie est relative aux presses hydrauliques et à la mesure des efforts. Les conclusions sont que la mesure exacte des hautes pressions peut trouver son application dans bien des cas; par exemple, la graduation des manomètres pour les bateaux torpilles, pour les installations des grues hydrauliques, etc.

On peut aussi employer la soupape à fuite pour la graduation des manomètres des chaudières, et surtout pour les manomètres étalons, d'après lesquels se fait le timbrage des chaudières; la précision du centième est bien suffisante pour ces appareils et le maniement de la soupape est beaucoup plus simple que celui des manomètres à air libre, même pour les faibles pressions.

COMPTES RENDUS MENSUELS DES RÉUNIONS DE LA SOCIÉTÉ DE L'INDUSTRIE MINÉRALE

JANVIER 1881.

RÉUNION DE SAINT-ÉTIENNE, 8 JANVIER.

Communication adressée par M. POILLON, sur **l'alambic à circulation pour la déshydratation des goudrons**, système Foucault.

Désulfuration de la fonte, de l'acier et du fer, communication de M. ROLLET.

Étude sur les fils de fer et d'acier, par M. ÉVRARD.

Note sur **le Bessemer basique**, par M. POURCEL.

Lampes de sûreté, communication de M. PERRIN.

Statistique du bassin houiller du Hainaut, communication de M. PINEL.

FÉVRIER 1881.

DISTRICT DE BOURGOGNE, SÉANCE DU 18 DÉCEMBRE 1880, A MONTCHANIN.

Compte rendu par M. MATHET d'une **visite aux charbonnages de Mariemont et de Bascoup.**

Ce compte rendu signale notamment les installations de la fosse n° 5, de Bascoup, composées de trois puits, un d'extraction, un d'aérage et le troisième divisé en deux compartiments, dont deux pour l'épuisement et un pour la remonte et la descente du personnel à l'aide d'une warocquère.

Il y a un treuil à bobine mobile pour les visites et les réparations, deux machines d'épuisement, dont une seule marche actuellement, à cylindre de 1m,40 de diamètre et 3m,50 de course à admission à 1/10, épuisant à 244 mètre de profondeur. Une machine d'extraction à deux cylindres verticaux à détente Guinotte, diamètre 0m,90, course 1m,80. L'extraction se fait à 237 mètres avec un câble en acier de 35 millimètres et un câble en fer de 40 millimètres. Les cages à deux étages et deux chariots par étage pèsent 4,000 kilogrammes chargées de 1,700 kilogrammes de charbon. La production est de 810 tonnes en moyenne par jour avec un personnel de 600 ouvriers au fond et 120 au jour.

Le traînage au fond se fait par chaînes sans fin sur wagonnets.

Compte rendu d'une **visite à l'Exposition de Bruxelles**, par M. Graillot.

Ce compte rendu s'occupe des trois genres d'appareils suivants :

1° Machines d'extraction : savoir machine Hanrez à distribution Zimmermann, et machine de Couillet, à quatre soupapes à déclic;

2° Machine d'épuisement, savoir : la machine de Seraing des mines de Mansfeld, type Woolf à balancier;

3° Machine d'aérage des mines, savoir : ventilateur à petite vitesse et grand diamètre, de Couillet; ventilateur à grande vitesse et petit diamètre, de Beer.

Lavage des charbons au lavoir Lurigh-Coppée, à Ressaix (Belgique), communication de M. Héliot.

Exploitation du diamant au Cap, communication de M. Jutier.

Cette exploitation a lieu sur les bords du fleuve Orange, au nord de la colonie, et à 1,100 kilomètres de Cape Town; elle a commencé vers 1870. Le minerai formé par une boue serpentineuse consolidée contenant des morceaux de toute grosseur de roches sédimentaires ou cristallines arrachées au sous-sol est élevé sur des plans inclinés et déposé en couche mince sur le terrain, où il se désagrège rapidement. On le réduit ensuite en boue liquide dans un débourbeur. Quand les sables sont bien lavés, les diamants se détachent d'une façon tellement nette sur le reste de la masse, qu'ils ne peuvent échapper. L'eau est assez rare, la main-d'œuvre très élevée et les transports assez coûteux, ce qui a empêché jusqu'ici le développement de l'emploi des machines. La valeur de la production, jusqu'au 1er janvier 1879, a été de 300 à 330 millions représentant 2,500 kilogrammes de diamant.

Bélier hydraulique (système Levet et Fournier.

Réglementation des mines à grisou :

Observations présentées par la Commission du district de Bourgogne. Rapport présenté par la Commission des houillères du Nord et du Pas-de-Calais.

RÉUNION DE SAINT-ÉTIENNE, 5 février 1880.

Déphosphoration des minérais de fer, communication de M. Boulangier.

Étude sur les fils métalliques, communication de M. Menessier.

L'auteur insiste sur ce qu'il a déjà dit précédemment, savoir : que les essais à la traction et à la flexion sont insuffisants pour donner une idée exacte de la valeur des fils; il considère comme établi que du fil qui a été

soumis à des actions mécaniques suffisantes pour amener la rupture, fil fatigué auquel on n'osera accorder aucune confiance, n'accuse pas son infériorité par les essais en usage. Il a établi également par de nombreux essais l'effet produit par la galvanisation, d'adoucir les fils de fer et d'acier; la charge de rupture est légèrement diminuée, mais l'allongement est considérablement augmenté. Enfin le recuit répété adoucit également le métal en produisant les mêmes modifications.

Dosage du Manganèse, communication de M. ROLLET.

Sur le Bessemer basique, communication de M. POURCEL.

MARS 1881.

DISTRICT DU NORD.

Séance du 19 *décembre* 1880.

Communication de M. BAICE sur la **Perforation mécanique aux mines de Nœux.** — La perforation est appliquée à la fosse n° 5, avec l'usage exclusif de la perforatrice Guenez. On a percé dans du grès très dur 2m,80 par jour avec 3 postes de 4 ouvriers travaillant 8 heures. Le mètre d'avancement a coûté : main-d'œuvre 29 fr. 34, entretien 3 fr. 78, dynamite et amorces 53 fr. 25, air comprimé 13 fr. 82, total 100 fr. 16.

Pompes du boulevard de la Villette. — Communication de de M. MARTIN.

Ces machines, mises en service au commencement de 1880, ont été établies par la maison Quillacq d'Anzin. Il y a deux machines horizontales système Sulzer, commandant chacune directement une pompe Girard à deux plongeurs et clapets à ressorts. Il y a trois chaudières tubulaires à foyer démontable, Thomas et Laurens.

Les pistons à vapeur ont 0m,800 de diamètre et les plongeurs des pompes 0m,395, la course est de 1m60, le nombre de tours est de 24 à la minute. Le rapport entre le travail indiqué par les diagrammes d'indicateur et le travail en eau montée a été trouvé de 0,835 à 0,850. On brûle 1k,25 de houille par cheval en eau montée, ce qui correspondrait à 1k,05 par cheval indiqué. On a constaté que les conditions de marche les plus économiques se réalisaient avec une pression de 4 à 4,5 kilogr. et une admission de 1/10.

Lavage des poussiers de houille par le système Luhrig et Coppée. — Communication de M. GEORGES VUILLEMIN.

Chevalet de la fosse n° 4 de Bruay. — Communication de M. FOUGEROL.

Fabrication des fils d'acier, observations de M. BONNAUD. — L'auteur indique que la Compagnie des acieries de Firminy a mis tout son

amour-propre à produire un fil d'acier de grande résistance, supérieur ou au moins égal aux meilleures qualités employées jusqu'à aujourd'hui pour les câbles d'extraction, qu'elle croit avoir obtenu des résultats capables de vaincre toutes les raisons qui militent en faveur des meilleurs fils en fer au bois, et qu'elle a réalisé les conditions économiques désirables, commercialement parlant, en offrant aux câbleries un produit qui, s'il coûte deux fois autant que les meilleurs fers du Berry, présente une résistance pratique double de ceux-ci.

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ALLEMANDS.

4me LIVRAISON DE 1881.

De l'établissement du prix de revient des fontes moulées, par M. E. von Köppen, ingénieur, à Ehrenfeld.

Le pyromètre à graphite par M. Th. Beckert, ingénieur de l'usine Georges Marie à Osnabrück (*suite*).

Étude d'une grande installation de chauffage, par M. J. Skalweit, à Hanovre.

Appareils pour la distillation sèche (fours à coke) et la sublimation, avec transport mécanique et marche continue par M. Lurmann, à Osnabrück.

Sur un nouvel explosif et ses applications par M. Gantert, chimiste à Oede.

Machine Siemens pour le triage des minerais, par M. Buhse, ingénieur des mines, à Cassel.

Distribution à tiroirs plans de Leutert, par M. Brauer, à Berlin.

Couvertures en bois et ciment, par M. le professeur Intze, à Aix-la-Chapelle.

Les cuisines de l'hôpital de Frankenthal, par M. Wolman, ingénieur.

Les constructions en fer à l'exposition de Düsseldorf.

Constructions diverses en fer.

Soupapes de sûreté pour chaudières à vapeur, par M. le baron de Burg.

Emploi des laminoirs à trois cylindres dans la fabrication du plomb.

Fabrication des vis à chaud.

Machines à percer les trous de rivets pour les chaudières de 6 à 16 pieds de diamètre, de Butterfield.

Machines à percer radiale, de Sellers.

Machines à percer, de Bement et Cie de Philadelphie.

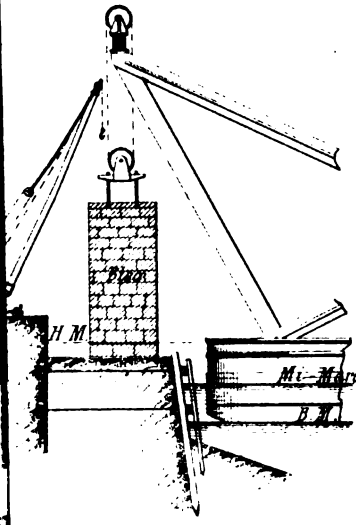
Machines à mouler de Thomson, Sterne et Cie.

Le Secrétaire-Rédacteur,
A. MALLET.

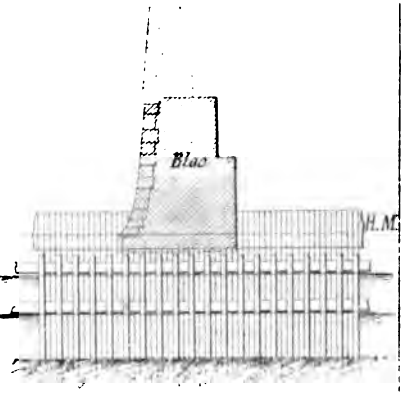
PARIS. — IMPRIMERIE E. CAPIOMONT ET V. RENAULT, RUE DES POITEVINS, 6.
Imprimeurs de la Société des Ingénieurs civils.

Quai des Blocs et Bloc.

Vue de coté

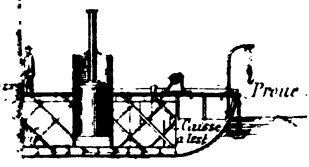


Vue de face

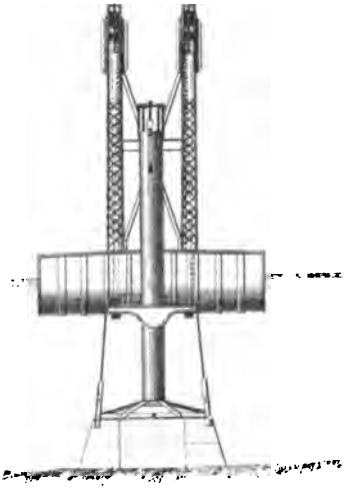


che à air

e



Vue de face



teur d

(1398 à 81) Aut Imp A. Broise & Courtier, 43, R de Dunkerque, Paris.

MÉMOIRES

ET

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

JUIN 1881

N° 6

Pendant le mois de juin les questions suivantes ont été traitées :

1° *Congrès tenu à Alger par l'Association française pour l'avancement des sciences*, par M. Richard. (Séance du 3 juin, page 637.)

2° *Électricité (emploi de l') pour la traction des voitures*, par M. Mékarski. (Séance du 3 juin, page 645.)

3° *Décès de M. Demimuid.* (Séance du 17 juin, pages 629 et 649.)

4° *Situation financière de la Société.* (Séance du 17 juin, page 650.)

5° *Tirage d'obligations.* (Séance du 17 juin, page 652.)

6° *Médaille d'or décernée à M. Clerc.* (Séance du 17 juin, page 652.)

7° *Meunerie française et les procédés nouveaux appliqués par la meunerie étrangère*, par M. Kremer. (Séance du 17 juin, pages 592 et 652.)

8° *Machines du système Fell appliquées aux chemins de fer de la Nouvelle-Zélande.* (Séance du 17 juin, page 656.)

Pendant le mois de juin, la Société a reçu :

Un exemplaire du *Livre d'or de la fête du centenaire de la fondation des Écoles nationales des Arts et Métiers.*

De M. Périssé, membre de la Société, une note sur *L'acier dans les temps modernes*. (Extrait de la *Revue Scientifique*, N° 19, 7 mai 1881.)

Du Ministère des Travaux publics, un exemplaire de la *Notice sur les élévateurs et plans inclinés pour canaux*. (Texte et atlas), par M. Hirsch, ingénieur des ponts et chaussées.

De M. Bixby, membre de la Société, un exemplaire d'une note ayant pour titre : *Hollow Brick. Solution of equations and interpolation in series, Fundations arches in masonry bridges.*

De M. Émile Trélat, membre de la Société, un exemplaire de son *Discours prononcé à la Société de Médecine publique et d'Hygiène professionnelle en janvier* 1881.

De MM. Ducher et C^ie^, éditeurs, un exemplaire du *Dictionnaire des ouvriers du bâtiment*, par M. Jossier.

De M. Deniel, membre de la Société : 1° un exemplaire du *Report of the chief Engineer of canals. Ottawa* 1880; 2° un exemplaire du *Report of the minister of Railways and canals*, 1879-80; 3° un exemplaire du *Rapport du Ministre des Travaux publics*, 1879-1880.

De la Compagnie des chemins de fer d'Orléans, un exemplaire du *Compte rendu des opérations du service du matériel et de la traction en* 1880.

Du Ministère des Travaux publics, un exemplaire du *Rapport et des Travaux graphiques, dressés par M. l'ingénieur Lemoine, et contenant le résumé des observations centralisées par le service hydrométrique du bassin de la Seine pendant* 1879. *Sous la direction de M. l'inspecteur général Lalanne.*

De M. Émile With, un exemplaire de son ouvrage : *Les Aventures d'un jeune Ingénieur.*

De M. Cantagrel, un exemplaire de la *Proposition de loi portant organisation du corps des Ponts et Chaussées.*

De M. Émile Barrault, membre de la Société, deux exemplaires de son *Tableau synoptique relatif aux brevets d'invention. Commission permanente internationale du Congrès de Paris pour la propriété industrielle.*

De M. Paul Bodin, une Note intitulée : *Considérations sur les Communications de MM. Seyrig et Eiffel, relatives aux viaducs du Douro et de Garabit.*

Du Ministère de l'Agriculture et du Commerce, les N^os^ 3, 9, 28,

31 et 32 des Comptes rendus sténographiques des Congrès et Conférences de l'Exposition universelle de 1878.

Les Membres nouvellement admis sont :

MM.	Bureau,	présenté par	MM. Bazaine, Cholet et Hervey-Picard.
	Lenoir,	—	Armengaud, Jules Brüll et Mardelet.
	Maillet,	—	Berton, Cerbelaud et Hauet.
	Morel,	—	Delaporte, Germain et Lepany.
	Ruelle,	—	Berton, Cerbelaud et Hauet.
	Sechehaye,	—	Bourgougnon, Bouissou et Mollard.

LA MEUNERIE FRANÇAISE

ET LES PROCÉDÉS NOUVEAUX

APPLIQUÉS PAR LA MEUNERIE ÉTRANGÈRE

PAR M. KREMER.

I

Jusqu'ici les produits de la meunerie française avaient toujours été très recherchés sur tous les marchés européens; cette industrie donnait lieu, il y a à peine quelques années, à un commerce considérable d'importation de blé et d'exportation de farine; en un mot, l'étranger était devenu notre tributaire pour les farines supérieures.

Cette situation s'est bien modifiée, elle s'est considérablement amoindrie, et tend à déchoir chaque jour davantage, depuis que l'Autriche-Hongrie et l'Amérique, ont commencé à trafiquer directement des farines au lieu de blé; cette concurrence, née il y a quatre ou cinq ans au plus, est vivement ressentie déjà par notre meunerie, et, si l'on ne prend garde, il est hors de doute, que la majeure partie de nos moulins seront condamnés au repos dans un temps rapproché.

Les minotiers français, dans une pétition qu'ils ont adressée tout récemment au Sénat, avouent que les farines américaines ont supplanté les leurs sur tous les marchés — si ce n'est sur le marché français — et ils concluent *naturellement* en demandant un droit protecteur pour empêcher l'importation en France de farines étrangères : à l'appui de leur requête, ils citent les chiffres suivants :

Les expéditions de farine d'Amérique, à destination de l'Angleterre se sont progressivement élevées :

En 1877, à 1,504,979 barils de 88 1/2 kilog.
1878, à 2,732,236 — —
1879, à 4,230,242 — —

D'autre part, la statistique nous apprend que, celles de l'Autriche-Hongrie, à destination de l'Angleterre et de la France, se sont élevées :

En 1873, à 427,000 quintaux métriques.
1875, à 836,000 —
1877, à 1,585,000 —

Il est bon de noter que les pétitionnaires acceptent la libre introduction du blé étranger avec un droit de 0 fr. 60 par 100 kilogr.; seulement ils trouvent insuffisant le droit proposé de 1 fr. 40 par 100 kilogr. sur les farines, qui laisse, disent-ils, au meunier américain un bénéfice de 6 à 7 pour 100 au détriment du meunier français, qui recevrait le blé américain.

Nous verrons tout-à l'heure ce qu'on doit penser d'une pareille plainte.

Et voici maintenant le calcul qui sert de base à la pétition :

Pour avoir 100 kilogrammes de farine, il faut 130 kilogrammes de blé; il en résulte, que 100 kilogrammes de farine fabriqués en France avec du blé américain ont à supporter des frais de transport s'élevant à 13 francs et à acquitter un droit de douane de 0 fr. 78, soit en tout 13 fr. 78; tandis que la même quantité de farine fabriquée en Amérique et introduite en France paye seulement 10 francs de transport et 1 fr. 20 de droits de douane, soit au total 11 fr. 20. La différence pour 100 kilogrammes de farine, en faveur du meunier américain, est donc de 2 fr. 58, qui représentent pour lui une prime de 6 1/2 à 7 pour 100; avec de tels avantages, les exportations de farine d'Amérique doivent prendre un rapide essor. C'est ce qui a lieu.

Il nous sera bien permis, dans une question, aussi importante et qui intéresse l'industrie, de porter un jugement et nous entendons user de ce droit.

Voyons un peu où nous irions si les griefs exposés plus haut étaient pris en considération par ceux auxquels ils s'adressent, quitte à en examiner le bien fondé.

Nos meuniers ne songent qu'à eux, quant aux agriculteurs ils en font bon marché.

Protection pour les farines, mais libre-échange s'il s'agit des blés; quant aux consommateurs, il n'en est pas question.

Pourtant si les réclamations de la minoterie étaient écoutées, ne verrions-nous pas les agriculteurs se plaindre à leur tour, et avec bien

plus de raison, puisque le chiffre peu élevé du droit sur la farine américaine équivaudrait pour eux à un surcroît de protection contre le blé de même provenance, et qu'en définitive ce que le consommateur achète ce n'est pas du blé, mais de la farine. Si les meuniers français ne peuvent transformer économiquement le blé américain en farine, ils cesseront d'en acheter et préféreront le blé national.

Il est donc bien clair que dans cette situation, il y a des intérêts opposés que les droits protecteurs sont impuissants à concilier : il est évident également que, si le développement des transactions n'est plus aussi favorable à la France, cela tient à diverses causes que nous aurons à déterminer en en faisant peser la responsabilité sur qui de droit :

M. Ronna, ingénieur, vice-président du Jury de la classe 76, à l'Exposition de 1878, a démontré dans une étude très remarquable : « Le blé aux États-Unis, » que sur vingt pays observés, non compris l'Amérique, quatorze obtiennent un rendement à l'hectare de beaucoup supérieur au rendement moyen des céréales en France.

D'autre part, la meunerie française se trouve, ainsi que l'agriculture, dans un état d'infériorité déplorable comme rendement et comme qualité des produits.

Le mal vient du cultivateur, le mal vient du meunier, l'un et l'autre peuvent y remédier, et le vrai, le seul remède à cette situation doit être cherché non pas dans le rétablissement de droits protecteurs, mais, comme le dit si judicieusement M. Ronna, dans la connaissance parfaite et dans l'application raisonnée de l'outillage et des moyens de fabrication ou de production employés par les nations qui cherchent le progrès.

Notre but est précisément de vulgariser quelques-uns de ces moyens qui intéressent plus particulièrement l'industrie, autrefois si prospère de la meunerie; ils sont rapportés d'une façon très incomplète, mais suffisante cependant, pour attirer l'attention et provoquer d'autres communications sur le même sujet.

II

Il est utile, avant d'aborder l'examen des procédés nouveaux de mouture des blés, de faire ressortir l'importance de l'industrie de la

meunerie, de décrire succinctement la composition physique et chimique de la matière première, c'est-à-dire du grain de blé, et d'indiquer les procédés employés aujourd'hui d'une manière générale par la meunerie française.

IMPORTANCE DE L'INDUSTRIE DE LA MEUNERIE.

La consommation moyenne de pain par jour et par habitant en France, est de 582 grammes dont l'équivalent représente 450 grammes de farine.

En nous basant sur une population de 36 millions d'habitants, la consommation intérieure est donc de 16,200,000 kilogrammes par jour, et par an de six milliards de kilogrammes de farine.

L'exportation des farines étant en moyenne de 111,000,000 de kilogrammes par an, il en résulte que la production totale annuelle de la meunerie atteint le chiffre de 6,111,000,000 de kilogrammes de farines diverses.

On peut admettre que, 100 kilogrammes de blé donnent à la mouture 74 kilogrammes de toutes farines, 22 kilogrammes d'issues et 4 kilogrammes de déchet, d'où on peut conclure que la meunerie transforme chaque jour près de 230,000 quintaux métriques de blé en farine.

Dans les conditions ordinaires, une paire de meules moud par 24 heures, 15 quintaux métriques de blé en dépensant en moyenne une force de cinq chevaux-vapeur : la meunerie emploie donc incessamment en France au moins 15,000 paires de meules et 75,000 chevaux-vapeur. Si l'on évalue à 38 fr. le prix moyen de 100 kilog. de farine, on voit que la production annuelle est de 2 milliards 322 millions de francs, — augmentée de 200 millions pour les issues.

Pour l'Europe entière on peut évaluer à 22 milliards le chiffre d'affaires déterminé par l'achat, et la transformation des céréales en produits alimentaires.

La valeur du matériel industriel de la meunerie française est de plus de 200 millions de francs, et si les procédés nouveaux doivent s'imposer par leur supériorité sur les anciens, la meunerie française devra dépenser plus de 100 millions pour modifier son outillage.

Dans le développement de ce travail nous démontrerons l'impor-

tance des avantages qu'elle recueillerait de cette transformation en procédant sans retard.

COMPOSITION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DU BLÉ.

Pour apprécier les divers procédés de mouture que nous allons examiner, il est indispensable de dire, en quelques mots, la composition physique et chimique de la matière première à traiter, c'est-à-dire du grain de blé.

Le grain de blé se compose d'une matière nutritive farineuse recouverte d'une enveloppe embryonnaire et d'autres enveloppes protectrices impropres à la nutrition.

Il affecte la forme d'un ellipsoïde, plus ou moins allongé suivant la variété; un sillon creusé d'un bout à l'autre du fruit le partage en deux lobes, de telle sorte qu'un grain de blé représente une feuille épaisse plus ou moins large, dont chaque moitié du limbe serait enroulée de ses bords vers la ligne médiane.

Les deux lobes enroulés, qui constituent toute la masse du grain, présentent à leur superficie les pellicules résistantes formant le péricarpe sec, non comestible, qui doit, par conséquent, être séparé de la masse farineuse. Or, comme ce péricarpe pénètre des deux côtés du sillon jusque dans l'intérieur du périsperme (masse farineuse du grain de blé), on ne peut atteindre par les nettoyages extérieurs, ni même extraire par les différents procédés de décorticage, proposés jusqu'à présent, ces parties rentrantes du péricarpe sec; celles-ci, dès lors ne peuvent être séparées qu'après le concassage ou la mouture du grain, par des bluteries, des sasseurs et des aspirateurs.

La coupe d'un grain de blé présente trois enveloppes inertes, à peine colorées, savoir :

1° L'épiderme *a* (pl. 26, fig. 1, 2, 3, 4, 5), formé d'un tissu dont les fibres principales sont dans la direction de la longueur du grain; la surface extérieure de cette enveloppe est rugueuse, garnie d'une infinité de plis, et se termine au petit bout du grain par une brosse.

Cette première écorce est très friable, et la nature de sa surface fait qu'elle retient toujours de la poussière, aussi doit-elle être complètement enlevée par le nettoyage.

Mais aucun procédé de nettoyage ne pouvant agir dans la fente

formée par les deux lobes du grain, il s'ensuit que cette partie n'est jamais nettoyée, aussi retrouve-t-on presque toujours dans la farine des débris de cette écorce.

On obvie en partie à l'insuffisance du nettoyage en humectant le blé quelques heures avant de le soumettre à l'action des meules; cette opération donne de la souplesse à l'écorce et empêche sa pulvérisation complète, mais les farines que l'on obtient sont humides, d'une conservation impossible, et, par conséquent, impropres à l'exportation.

2° Le péricarpe *b* (pl. 26, fig. 1, 2, 3, 4, 5), ou deuxième enveloppe est également formé d'un tissu, dont les fibres sont disposées dans le sens longitudinal; cette partie de l'écorce est généralement moins friable que la précédente.

3° L'endocarpe *c* (pl. 26, fig. 1, 2, 3, 4, 5), ou troisième enveloppe, consiste en un tissu dont les fibres extérieures enveloppent transversalement le grain, tandis que les fibres de la surface interne sont dans la direction longitudinale.

Ces trois éléments de l'écorce du grain forment les trois centièmes de son poids [1].

Sous l'écorce du grain se trouvent le tégument immédiat de la graine, le testa *d* (pl. 26, fig. 1, 2, 3, 4, 5), d'un jaune plus ou moins orangé suivant la variété du blé, et une membrane embryonnaire *e* (pl. 26, fig. 1, 2, 3, 4, 5), incolore, enveloppant la masse farineuse.

Les téguments *a*, *b*, *c*, *d* et la membrane embryonnaire *e*, constituent le son et les issues et forment 0,18 du poids du grain.

De même la masse farineuse du grain de blé se compose de trois parties distinctes, qui sont [2] :

La partie centrale *h* (pl. 26, fig. 2, 3, 4), qui est la plus tendre et fournit de 50 à 54 pour 100 de farine fleur, la plus blanche, mais la moins nutritive.

La couche *g* (pl. 26, fig. 2, 3, 4), qui entoure la partie *h* est plus dure et donne les gruaux blancs, qui remoulus fournissent de 20 à 24 p. 100 de farine.

La couche *f* (pl. 26, fig. 2, 3, 4) ou périsperme, qui entoure les couches *g*, donne de 8 à 10 pour 100 de gruaux encore plus durs et plus nutritifs : *Seulement comme quand on les remoud ils se trouvent*

1. Ces trois éléments de l'écorce du grain de blé doivent être éliminés par le nettoyage, ce sont des matières inertes, non nutritives, et par conséquent sans valeur.

2. D'après Mège-Mouriès.

mélangés ou adhérents à une quantité appréciable de son, ils ne donnent que de la farine bise et du pain bis [1].

La membrane embryonnaire, qui est directement en contact avec la masse farineuse, est formée de cellules, qui renferment la céréaline; c'est cette matière qui produit le pain bis, par suite de la décomposition d'une partie de la farine pendant la panification, et, c'est en en tenant compte, que l'extraction de la farine à pain blanc se trouve limitée à 68 et 70 pour 100, suivant la qualité du blé.

Au gros bout du grain se trouve l'embryon ou germe, il renferme dans son tissu des matières azotées et 60 centièmes de son poids d'huile, mais l'ensemble de cet embryon ne représente pas plus de un centième du poids total du grain, il doit être éliminé avec le son.

La composition chimique du blé, fait également ressortir les soins qui doivent être pris pour en effectuer la mouture.

Ainsi, le frottement des meules, soit entre elles, soit sur le grain qu'elles écrasent, développe durant ce travail un degré de chaleur plus ou moins élevé, qui est suffisant pour altérer les qualités des produits obtenus.

M. Péligot a établi comme suit la composition moyenne du blé :

Eau.	14,00
Amidon.	59,07
Gluten..	12,80
Albumine.	1,80
Dextrine.	7,20
Matières grasses.	1,20
Sels minéraux.	1,60
Cellulose.	1,07

En ramenant les éléments de la composition du blé à ceux que l'on veut séparer par la mouture, on trouve qu'il doit fournir 82 pour 100 de farine et 18 pour 100 d'issues.

Mais le blé de laboratoire diffère de celui qui fait l'objet d'un grand commerce, ce dernier renferme des grains avariés, qui diminuent sa densité; cette densité elle-même variant déjà avec le climat du lieu de production.

1. Cet inconvénient ne se produit qu'avec les meules; avec les cylindres on obtient des farines aussi blanches que celles produites par les gruaux blancs.

Un blé dont la densité est de 0,666 ne produit que 0,666 de son poids de farine.

Un blé dont la densité est de 0,692 ne produit que 0,692 de son poids de farine.

Un blé dont la densité est de 0,785 ne produit que 0,785 de son poids de farine.

Le blé de l'Andalousie, dont la densité est de 0,847, produit 0,852 à 0,87 de farine.

Ces chiffres démontrent que la meunerie doit toujours rechercher des blés secs et lourds, d'autant plus qu'à poids égal les farines provenant de blés durs, et par conséquent lourds, absorbent plus d'eau au pétrissage et rendent ainsi plus de pain.

On voit par cette courte analyse combien sont multiples les difficultés que l'on a à vaincre, pour séparer toute la partie alimentaire du blé des parties inertes ; ces difficultés portent :

1° *Sur l'impossibilité de nettoyer le blé dans la fente ;*

2° *Sur la réduction des gruaux durs en farine blanche ;*

3° *Sur la séparation de la membrane embryonnaire et du germe de la masse farineuse, sans que celle-ci en soit altérée par la céréaline et la matière grasse.*

Il ressort clairement de ce qui précède, que la masse farineuse du blé, est tout entière susceptible de produire des farines blanches et du pain blanc; mais pour obtenir ce résultat, il faut que les procédés de mouture soient appropriés en conséquence, et appliqués avec intelligence et savoir.

Dans ce qui va suivre, nous démontrerons qu'en France, la meunerie n'a eu cure de rechercher les moyens les plus propres à atteindre ce but, et, que si l'étranger lui a soustrait ce qui était presque un monopole, c'est en raison même de cet abandon dont elle a fait preuve; de l'indifférence qu'elle a obstinément témoignée à toute idée de progrès, et, il faut le dire, à sa persistance à suivre, quand même, les sentiers battus de la routine.

Elle commence, aujourd'hui qu'elle est blessée, à comprendre que son industrie décline, mais au lieu d'en rechercher ou plutôt d'en avouer la véritable cause, elle préfère réclamer des droits protecteurs contre une concurrence plus industrieuse, plus intelligente.

En ayant recours à de tels moyens, elle tend à faire croire à son impuissance, or, tel n'est pas le cas.

III

PROCÉDÉS DE MOUTURE.

1° Procédés de mouture employés en France.

a) *Par les meules.* Les méthodes de mouture des blés, usitées en France, sont limitées à l'emploi des meules et peuvent être ramenées à deux : la mouture basse et la mouture haute.

Par la mouture basse ou mouture anglaise, les blés, après un nettoyage qui ne porte que sur la surface apparente du grain, sont soumis à l'action de meules assez rapprochées pour en opérer la mouture d'un seul trait. Les produits ainsi obtenus se composent d'un mélange de farine, d'une petite quantité de gruaux et des sons; la séparation de ces produits s'effectue ensuite avec des bluteries ordinaires.

La mouture haute, ou mouture française, ou à gruaux blancs, a pour objet la production des belles farines et des semoules, qui servent à préparer les pains de luxe, les pâtes alimentaires et les vermicelles.

Par cette seconde méthode de mouture, les blés ne sont pas écrasés d'un seul coup, et l'extraction de la farine comporte des opérations successives.

Ce procédé nécessite plus de soins, exige plus de temps que le précédent, mais il offre aussi des avantages en ce sens que le mélange des farines et des sons est moins grand, que les gruaux restent pour partie intacts et sont convertis en farine à l'abri du contact des issues.

Ainsi, les produits de la mouture basse se composent : pour la plus grande partie de farine, d'une faible quantité de gruaux et de gros sons, tandis que ceux de la mouture haute ne donnent qu'une faible quantité de farine de premier jet, mais une proportion beaucoup plus grande de gruaux, de gros et de petits sons.

Nous venons de dire que la réduction du blé en farine par la mouture haute, comportait des opérations successives; elle se termine par

le remoulage des gruaux et du son ; les remoulages des sons ne produisent que des farines très inférieures, par la raison qu'elles proviennent de la partie du grain qui touche à l'écorce, et, qui plus est, qu'une partie notable de cette écorce se trouve moulue très fine et passe dans la farine.

Les sons de la mouture basse sont rarement remoulus, à moins que la première opération ait été mal faite, et, dans ce cas, on doit employer des meules très vives, auxquelles il faut donner une pression plus forte que celle qui avait été appliquée au blé, même en mouture basse : on comprend aisément que cette opération ne puisse donner que des farines troisième où quatrième d'un placement généralement assez difficile et à peine rémunérateur.

Dans les deux procédés de mouture on ne remoud les gruaux qu'après les avoir débarrassés des petits sons, à l'aide de sasseurs aspirateurs.

Après le remoulage des gruaux, voici les résultats que l'on obtient avec du blé pesant 78^{k},50 à l'hectolitre :

PRODUITS.	RENDEMENTS.				
	MOUTURE HAUTE.			MOUTURE BASSE.	
Farine de gruaux.....	26 %	35			
— 1re.....	9			68.38	
— 2e.....	»		74	2.57	75.04
— 3e.....	37	39		4.09	
— 4e.....	2			»	
Issues.....	22			21.00	
Déchets.....	4			3.96	
	100			100.00	

Au point de vue du rapport en argent, le résultat est à peu près le même dans les deux cas ; car avec du blé pesant 78^{k}5 à l'hectolitre et coûtant 28 fr. 50 les 100 kilogr., on obtient pour 31 fr. 50 à 32 fr. 50 de produits, suivant la qualité du blé, l'habileté du meunier et le bon état des meules.

Dans la mouture basse, pour produire 68,38 pour 100 de farine première, et dans la mouture haute pour extraire les 39 pour 100 de farine bise ou troisième, il faut rapprocher les meules à une distance, qui n'excède pas l'épaisseur d'une feuille de papier, c'est ainsi que

l'écorce du blé est broyée, et qu'une partie notable passe dans la farine : la membrane embryonnaire étant déchirée, une quantité appréciable de céréaline se trouve incorporée à la farine, qui, en outre, est imprégnée de la matière grasse contenue dans le germe.

Il est donc naturel que ces farines contractent, après quelques mois, une odeur rance tellement caractérisée que, pour les corriger et en tirer parti, on est obligé de les mélanger à des farines meilleures et surtout de fabrication plus récente.

Une circonstance est à noter, c'est que bien que toute la matière huileuse du germe ne passe pas dans la farine, il n'en est pas moins vrai, que 100 kilogrammes de blé renferment un kilogramme de germes, et que ceux-ci peuvent produire 600 grammes d'huile, c'est-à-dire un litre.

En supposant que sur ces 600 grammes d'huile, la farine soit imprégnée du tiers seulement, on peut être certain qu'après un laps de temps assez court, les effets se feront sentir et que la farine aura contracté une odeur de rance facile à constater.

Quelques meuniers français, timorés, mais n'osant ouvertement rompre avec la routine, bien qu'en leur for intérieur ils comprennent la nécessité d'aller en avant, ont depuis peu essayé des comprimeurs avec cylindres en porcelaine pour convertir les gruaux en farine; ils sont ainsi arrivés à augmenter la proportion de farine blanche, et nous ne craignons pas de dire qu'ils ont même amélioré sensiblement la qualité des farines secondaires, mais, comme la pulvérisation du grain est toujours faite avec des meules, les inconvénients que nous avons signalés n'en subsistent pas moins.

b) ***Meule blutante de MM. Aubin et Baron.*** Nous trouvons un autre exemple de cette timidité et de cette soumission aux préjugés dans la meule blutante de MM. Aubin et Baron.

Ces inventeurs ont intercalé dans la meule gisante des moulins ordinaires, c'est-à-dire dans la mosaïque de silex qui la constitue, des châssis en fonte recouverts d'une toile métallique laissant passer la farine et les gruaux à mesure qu'ils sont produits.

Ces boîtes blutantes ne sont pas fixes; un appareil spécial, placé sous la meule, leur donne une secousse qui détermine le passage des produits et prévient les engorgements.

Ces inventeurs prétendent que la farine obtenue n'est ni fatiguée,

ni échauffée par le frottement de la meule, parce qu'elle échappe à son action aussitôt qu'elle est produite.

A notre avis, la meule blutante n'a aucun avantage, au point de vue de la réduction du grain sur la meule pleine; nous dirons plus, elle en a tous les inconvénients en dehors même de la complication nouvelle qu'elle introduit.

Si, d'autre part, nous la considérons au point de vue de l'échauffement des produits qu'elle a la prétention de prévenir, nous déclarons que l'aération ne se fait pas mieux que celle que l'on obtient avec les aspirateurs appliqués aux meules ordinaires.

Quant au blutage, la surface des boîtes est trop petite pour que les issues quittant la meule à la circonférence n'entraînent pas de la farine et des gruaux, et n'aient pas besoin d'être blutées pour être séparées.

Enfin, la buée résultant de la mouture du blé se condense sur la toile métallique et finit, avec la présence de la farine et malgré les secousses imprimées à la boîte blutante, par l'empâter et en empêcher l'effet. Il ne nous paraît pas que le système de MM. Aubin et Baron ait des chances d'application en dehors même de leur usine.

Par ce qui précède, on voit que nos meuniers n'ont pas su, jusqu'à présent, s'affranchir de la meule; de cette meule qui a dû, il y a quelques siècles, être considérée comme un bien grand progrès, alors qu'elle venait d'être substituée au mortier et au pilon.

c) *Le broyeur Thomas Carr, appliqué à la meunerie.* Le broyeur imaginé par Thomas Carr et exploité par M. Toufflin, était destiné en principe à la pulvérisation du charbon, du plâtre, des minerais, etc., et a aussi été employé comme malaxeur; ce n'est que depuis 1872 qu'il a été appliqué à la meunerie pour la pulvérisation des céréales.

L'action du broyeur Carr est basée sur le choc.

Il se compose de deux disques en fonte, calés chacun sur un arbre spécial, montés sur quatre paliers et dans le même axe; l'un et l'autre de ces disques est armé de plusieurs séries concentriques de broches en acier; de telle sorte qu'en rapprochant les disques, les séries concentriques de broches du premier disque prennent place dans l'espace libre, entre deux séries également concentriques de broches du second disque.

Les deux disques tournant en sens opposé, sont commandés par

des courroies, et sont animés d'une vitesse qui atteint 57 mètres par seconde.

Les applications du batteur Toufflin ne sont pas nombreuses, de sorte que nous n'avons pu avoir que des renseignements très incomplets.

Les batteurs appliqués à la meunerie sont de trois dimensions, 1 mètre, 1m,20 et 1m,50; la vitesse à la circonférence est la même, le nombre de tours seul varie.

Il est de 1,100 pour les batteurs de.			1 mètre.
915	—	—	1m,20
800	—	—	1m,50

Le grain est introduit vers le centre de l'un des disques et est violemment projeté par la force centrifuge vers la périphérie où il rencontre les broches qui, par le choc, le pulvérisent.

La désagrégation du blé est obtenue sans compression, sans friction par une série de chocs répétés sur la matière libre dans l'intérieur de l'appareil, dont le mouvement de rotation détermine un courant continu d'air prévenant toute élévation de température dans la chambre de travail.

Ainsi traité, le blé sort réduit en boulange, presque complètement froide, qui donne au blutage et après remoulage des gruaux sur des cylindres [1] :

Farine de boulange.	49 pour 100
— gruaux 1re opération.	8
— — 2e opération.	19.20
Total en toutes farines.	76.20
Issues	22.80
Perte.	1
Total.	100.00

Ce résultat est obtenu avec 100 kilogrammes de blé nettoyé ayant donné déjà 2 1/2 à 3 1/2 pour 100 de déchet au nettoyage.

La conversion des gruaux en farines est obtenue par des meules ou des appareils à cylindres.

1. Renseignements fournis par M. Toufflin.

Si l'on examine les gros sons, on remarque qu'ils ont été détachés de l'amande du blé, sans que celle-ci conserve une partie notable de la membrane embryonnaire; les sons ont gardé leur couleur primitive et la farine est d'une qualité assez belle pour être comparée aux farines huit marques produites par la mouture *demi-haute.*

Il est vrai que pour obtenir ce résultat, il faut humecter le grain, et que les farines sont nécessairement un peu humides, et, par conséquent, impropres à l'exportation.

Le broyeur Carr, ou batteur Toufflin, comme on le désigne en meunerie, ne peut s'appliquer qu'à la grande meunerie, disposant d'une force motrice assez grande et surtout très constante.

Le moulin batteur Toufflin se construit de trois dimensions différentes :

Le n° 1, traitant de 8 à 10 quintaux métriques de blé par heure.
2, — 12 à 15 — —
3, — 15 à 20 — —

Les batteurs Toufflin ne finissent pas la mouture; pour convertir en farine les gruaux qu'ils produisent, il est indispensable de les compléter, soit par des meules, soit par des cylindres unis. Or, nous estimons que pour compléter l'appareil n° 1, il faut au moins deux paires de meules; trois pour les n^{os} 2 et quatre pour le n° 3; ou bien un nombre égal d'appareils à cylindres lisses.

Dans ces conditions, ils correspondront :

Le n° 1, à 10 paires de meules ;
2, à 15 —
3, à 20 —

Leur installation est très simple et n'exige que peu de place.

Quant à la force motrice nécessaire pour actionner les batteurs, M. Toufflin nous a déclaré que les usines qui les emploient disposent de moteurs hydrauliques puissants, et qu'il n'a pas encore fait des observations assez précises pour répondre à cette question.

Il croit cependant que le travail fait par des batteurs, n'exige pas plus de 2 1/2 chevaux-vapeur par quintal de blé pulvérisé par heure. Nous croyons ce chiffre de beaucoup au-dessous de la réalité; des expériences faites en Allemagne ont démontré que le travail de la pulvérisation absorbe à lui seul plus de 5 chevaux-vapeur par quintal

de blé pulvérisé et par heure. Si, à ces résultats, on ajoute la force motrice indispensable pour convertir les gruaux en farine, on arrive à sept ou huit chevaux-vapeur pour faire la mouture complète de 100 kilogrammes de blé.

Cette force motrice comprend celle qu'exigent le nettoyage et les accessoires.

On admet généralement que la force motrice qu'exigent les meules pour faire la mouture complète de 100 kilogrammes de blé, en en comprenant tous les accessoires, est de 5 à 6 chevaux-vapeur.

On compte facilement les applications des batteurs à la meunerie, et nous regrettons que l'on n'ait pas pu nous donner des renseignements suffisants pour les juger comme ils le méritent peut-être.

d) *Le désintégrateur* (pl. 27, fig. 8). Le batteur Toufflin ne finissant pas la mouture d'un seul trait, des constructeurs étrangers, qui croient à cette nécessité, l'ont modifié de la manière suivante : ils ont donné aux disques, qui portent les broches, une forme telle que l'espace offert au grain à pulvériser diminue à mesure que les produits déjà broyés s'approchent de la périphérie, afin de leur faire subir un frottement sur eux-mêmes, et d'obtenir, par cette action, une pulvérisation plus complète.

Cette disposition n'ayant pas donné un résultat sensiblement plus satisfaisant que le broyeur Carr ordinaire, ils ont prolongé les disques et les ont armés intérieurement de joues cannelées en acier très rapprochées, et entre lesquelles les produits sont obligés de passer pour abandonner l'appareil.

Cette combinaison ne paraît pas avoir répondu mieux que les précédentes à l'attente des constructeurs, puisque ces divers appareils n'ont pas reçu d'applications sérieuses.

D'autres broyeurs à disques horizontaux ont aussi été construits ; mais je n'en connais pas qui aient été appliqués pratiquement à la meunerie.

En général on obtient avec les broyeurs que nous venons d'indiquer 40 pour 100 de farine de premier jet, 10 à 15 pour 100 de gruaux, 20 pour 100 de gruaux fins, et le reste comprend des gros sons qu'il faut quelquefois repasser sous les meules pour en extraire ce qu'ils retiennent de farine.

Jusqu'à preuve du contraire, nous ne pensons pas que les produits

dus à cette méthode puissent être comparés à ceux fournis par la mouture haute.

Nous voulons nous abstenir de réflexions qui nous entraîneraient dans de trop longs développements au préjudice de la question pratique, que nous allons exposer ici : je me bornerai à citer des faits, les déductions en seront aisément déduites.

IV

LES PROCÉDÉS NOUVEAUX DE MOUTURE DES BLÉS.

L'Autriche et la Suisse avaient à l'Exposition de 1878, des machines et des procédés tout à fait différents de la mouture française, et qui ont pris une extension tellement considérable, qu'ils menacent notre meunerie nationale.

Comme nous avons eu occasion de le dire déjà, les moulins à cylindres ont été utilisés au début, comme auxiliaires des meules pour la réduction des gruaux en farine ; pour leur construction on essaya successivement divers matériaux, la meulière, le verre, l'acier et la porcelaine ; mais aujourd'hui on a adopté définitivement la fonte trempée et la porcelaine.

Les cylindres en porcelaine jouissent de la préférence près de quelques meuniers, qui en limitent l'emploi à la réduction des gruaux en farine.

La composition du biscuit de porcelaine dont on fait ces cylindres, est la suivante :

Kaolin.	62
Feldspath.	17
Quartz.	17
Craie.	4
	100 parties.

Comme dureté cette porcelaine a beaucoup d'analogie avec la pierre choisie d'habitude pour la construction des meules ; bien entendu la surface des cylindres en porcelaine n'est pas vernissée ; elle est, au contraire, légèrement poreuse et a du mordant.

Cette application des cylindres ayant donné de très bons résultats, les meuniers autrichiens ont cherché à s'affranchir des meules pour le moulage du grain.

C'est ainsi que des constructeurs sont parvenus à créer des machines qui travaillent directement le grain sans meule de silex. Ces machines sont toutes basées sur l'emploi de cylindres en fonte trempée, cannelés et tournant à des vitesses différentes. De là deux types de machines, qui ne diffèrent que par la nature de la surface des cylindres :

1° Le broyeur à cylindres cannelés, qui n'est employé que pour séparer l'écorce de l'amande du grain.

2° Le convertisseur à cylindres unis, destiné à transformer les gruaux en farine.

1° *Le Broyeur* (pl. 27, fig. 9). Un broyeur se compose généralement de quatre cylindres agissant deux à deux ; tous les axes sont parallèles, dans le même plan horizontal et montés sur deux bâtis en fonte.

Les axes des deux cylindres *a* et *a'* sont montés dans des paliers fixes, tandis que les deux cylindres *b* et *b'* sont disposés dans des paliers mobiles, qui en permettent le rapprochement ou l'éloignement selon les besoins.

Les cylindres de ces appareils sont toujours en fonte trempée, ils sont exactement cylindriques, tournés et cannelés : ils ne doivent jamais se toucher ; cependant il est indispensable que ceux qui sont mobiles opposent une résistance à l'écartement, afin d'assurer la réduction des produits soumis à leur action. A cet effet, on emploie généralement des leviers et des contrepoids ou bien encore des leviers et des ressorts ; certains constructeurs enfin, fixent l'écartement au moyen de vis de pression, qui maintiennent les cylindres à une distance fixe pendant toute la durée du travail.

La mise en mouvement des cylindres n'est pas la même non plus dans les différents systèmes, bien que les cylindres soient toujours commandés par une poulie montée sur l'un des axes fixes et par des roues droites qui transmettent le mouvement aux autres.

Les deux cylindres d'un même couple ne tournant pas avec la même vitesse, le rapport des vitesses varie entre 1 à 2 et 1 à 3.

Quelques constructeurs ne commandent que les deux cylindres fixes et admettent que la pression produite par la matière à comprimer

détermine l'entraînement des deux autres cylindres avec une vitesse différentielle suffisante. Tel est le système Nemelka (pl. 27, fig. 10).

Le nombre des cannelures des cylindres varie depuis 350 jusqu'à 1000, suivant le travail qu'ils ont à faire.

La longueur des cylindres varie de 0,30 à 0,50 ; mais le diamètre de 0,22 est celui qui est adopté par tous les constructeurs.

2° *Conversion des gruaux en farine.* Pour la réduction des gruaux en farine, on adopte souvent le type des broyeurs, avec cette différence que les cylindres sont lisses et que la vitesse différentielle n'est plus que de 1 à 2.

On construit aussi des appareils composés de deux ou trois couples de cylindres superposés de telle sorte que les mêmes produits sont soumis dans la même passe à deux ou trois compressions successives. Tel est le système Mechwart Fischer (pl. 27, fig. 11).

Les types de ces appareils les plus répandus dans la grande meunerie de Hongrie et d'Autriche, sont ceux que construit la Société Ganz de Budapest. Je vais les décrire sommairement; leur emploi dispense absolument des meules.

Broyeur système Ganz (pl. 27, fig. 6 et 7).

Le broyeur Ganz se compose de quatre cylindres cannelés en hélice, travaillant deux à deux, et animés de vitesses différentielles.

Les quatre cylindres sont montés sur deux bâtis en fonte, portant chacun deux paliers fixes et deux paliers mobiles.

Chaque palier mobile est muni à sa partie inférieure d'un levier E articulé autour d'un boulon *f* fixé au bâti ; un second levier articulé autour du point *e*, muni d'un contrepoids D, imprime l'action à l'extrémité inférieure du premier.

Un petit volant S vissé sur un goujon fixé au bâti limite l'amplitude du mouvement du levier E, et, par suite, le déplacement du palier mobile P du cylindre extérieur.

Par cette disposition très simple, on voit qu'il suffit de dévisser le petit volant pour que, sous l'action du contrepoids, le cylindre extérieur se rapproche du cylindre fixe, elle permet en outre aux cylin-

dres de s'écarter librement, si un corps dur, tel qu'un clou, par exemple, se trouvait mélangé aux produits engrenés.

Les cylindres sont cannelés en hélice sous un angle de 15 à 20 degrés, de sorte que les cannelures des deux cylindres forment entre elles un angle de 30 à 40 degrés.

Ce mode de canneler les cylindres appartient à la maison Ganz, qui l'a breveté, il a pour objet d'éviter les inconvénients des cannelures droites, qui s'accrochent et qui, par cela même, rendent le réglage des cylindres très difficile.

Pour éviter cet inconvénient quelques constructeurs, tout en faisant des cannelures droites ont ménagé, à chaque extrémité des cylindres, une embase de même diamètre, non cannelée, qui limite leur rapprochement. Sur les bâtis des cylindres se trouvent rapportés deux supports pour la trémie et les rouleaux distributeurs; sur ces petits supports s'appuie un arbre, à deux coudes, muni extérieurement d'un levier *h;* aux coudes ou manivelles de cet arbre sont attachées des chaînes dont les autres extrémités sont fixées à celles des leviers des contrepoids. Lorsque le levier *h* est à droite les chaînes laissent agir les contrepoids, tandis que, en le renversant à gauche, elles les soulèvent et éloignent les cylindres mobiles des cylindres fixes. Cette disposition permet d'arrêter brusquement l'action des cylindres, et de la rétablir de même sans avoir à toucher au volant S, qui ne doit servir qu'à régler leur écartement selon la nature du travail à faire.

La trémie se compose d'un tronc de pyramide divisé en deux parties égales par une cloison placée dans l'axe de la machine.

Les rouleaux distributeurs sont placés directement au-dessus de chaque couple de cylindres; ils sont formés eux-mêmes de deux cylindres en fer destinés à entraîner les produits avec lesquels ils sont en contact; un registre placé contre la face antérieure de la trémie vient s'appuyer sur ce rouleau, et empêche le passage de ces produits. Ce registre est guidé dans des rainures et se manœuvre par deux vis de rappel.

De petits engrenages et une poulie, dont le mouvement est emprunté à l'arbre d'un des cylindres, mettent en action ces rouleaux. Les rouleaux distributeurs sont cannelés en hélice pour éviter qu'ils accrochent l'arête du registre. Un coffrage en bois enveloppe les cylindres et les isole des bâtis et paliers; sur ce coffrage et sous les rouleaux

distributeurs sont placés des entonnoirs, qui dirigent les produits sur chaque couple de cylindres.

Les dimensions principales de ces broyeurs sont les suivantes :

Diamètre des cylindres.	0,220
Longueur des cylindres.	0,345 à 0,475

Les rapports des leviers sont : 630 à 100. — 220 à 50 millimètres.

Les contrepoids pèsent 25 kilogrammes.

La pression que peut exercer chaque cylindre est de 1,400 kilog.

La poulie de commande des cylindres fait 240 tours, et le cylindre conduit 80 ; soit un rapport de 1 à 3.

Les rouleaux distributeurs ne font que 60 tours.

La gravure ci-dessus représente le broyeur type Ganz.

Les trémies sont toujours petites, parce qu'elles sont alimentées par un conduit qui aboutit à un boisseau d'une grande capacité.

Convertisseur à trois cylindres et à cercles d'allégement (Pl. 27, fig. 12, 13 et 14).

Pour convertir en farine les gruaux de blés durs, il faut une pression qu'il est difficile d'obtenir avec les appareils que nous venons de décrire, sans que les tourillons chauffent. Afin d'obvier à cet inconvénient la même Société Ganz, construit un appareil dont une disposition très ingénieuse permet d'obtenir des pressions très fortes des cylindres les uns sur les autres sans que les tourillons soient sollicités.

Cet appareil se compose de trois cylindres superposés a_I a_{II} a_{III} travaillant comme deux paires de cylindres, et à l'aide desquels on peut à volonté distribuer deux nappes de produits ou soumettre le même produit à deux compressions successives.

Les trois cylindres sont réunis par des roues d'engrenages, qui leur impriment des vitesses différentes ; le cylindre du milieu fait 160 tours, et commande les deux autres qui n'en font que 80.

L'axe du cylindre du milieu a_{II} repose dans des paliers fixes, tandis que les axes des deux autres a_{II} a_{III} reposent dans des paliers, qui peuvent osciller autour des points h_I et h_{II}. L'axe h_I qui retient les paliers du cylindre supérieur est coudé au droit de chaque palier, et ceux-ci sont reliés aux manivelles formées par ces coudes.

Le poids du cylindre inférieur est équilibré par des contrepoids, de telle manière, que la pression qu'il exerce contre le cylindre du milieu, de bas en haut, est égale à celle du cylindre supérieur, laquelle est représentée par son propre poids.

Dans ces conditions les pressions sur les tourillons sont égales au poids des cylindres, on peut donc les négliger.

Pour empêcher les cylindres de s'écarter et pour obtenir les fortes pressions dont on a besoin, on a entouré les axes des cylindres de deux cercles en acier formant ressort. A cet effet, on a rapporté sur les extrémités des axes de chaque cylindre une petite poulie de pression, et comme il faut trois points d'appui à chaque cercle en acier, on a interposé des galets, entre les poulies de pression de l'axe du milieu et ces cercles.

Les tourillons de ces galets n'ont pour objet que de les maintenir dans le plan du cercle en acier, ils n'ont pas de pression à supporter.

On conçoit que si l'on introduit entre les cylindres des produits à écraser, ces cylindres tendront à s'écarter et qu'ils seront maintenus par les cercles en acier.

Grâce à cette disposition, le frottement de glissement est transformé en frottement de roulement.

Pour augmenter la pression, il suffit de déplacer le cylindre supérieur en le poussant en avant avec le levier *g* callé sur l'arbre coudé, que nous avons indiqué plus haut.

Le levier *g* est muni d'un verrou et d'un secteur divisé, qui permet de fixer sa position.

Pour égaliser les pressions aux deux bouts des cylindres, ou bien pour tendre les cercles d'allégements de manière à avoir une pression initiale suffisante, il suffit de déplacer les galets *f* à l'aide de la vis sans fin X. — En descendant ces galets, on augmente la tension des cercles ; en les remontant vers la ligne des centres, on la diminue.

Voici comment cet effet est produit.

Les centres, du galet *f*, du cylindre $a_{//}$ et celui du cercle d'allégement *s*, sont tous sur une même ligne horizontale ; celui du cercle d'allégement est excentré par rapport à celui du cylindre $a_{//}$ d'une manière assez sensible pour être visible à l'œil nu.

Dans cette position le cercle d'allégement est en contact avec les trois galets d, $d_{///}$ et *f* et n'exerce qu'une très faible pression ; mais ils opposeraient une résistance élastique assez grande à l'écartement des cylindres si, pour une cause quelconque, ils y étaient sollicités.

Pour donner aux cylindres une certaine pression initiale, pour l'augmenter ou la diminuer, il suffit de déplacer le galet *f* ; en le descendant la distance du centre du cylindre $f_{//}$ diminue et fait que le galet *f* exerce contre le cercle une pression, qui tend à le déformer et qui se reporte sur les cylindres d, $d_{//}$ $d_{///}$.

Le parallélisme des axes des cylindres est indispensable ; pour l'obtenir il suffit d'agir sur les vis de centrage *k*, qui fixent la position des paliers mobiles.

Lorsque cet appareil est bien réglé on ne doit plus faire usage que du levier *g* pour augmenter ou diminuer la pression.

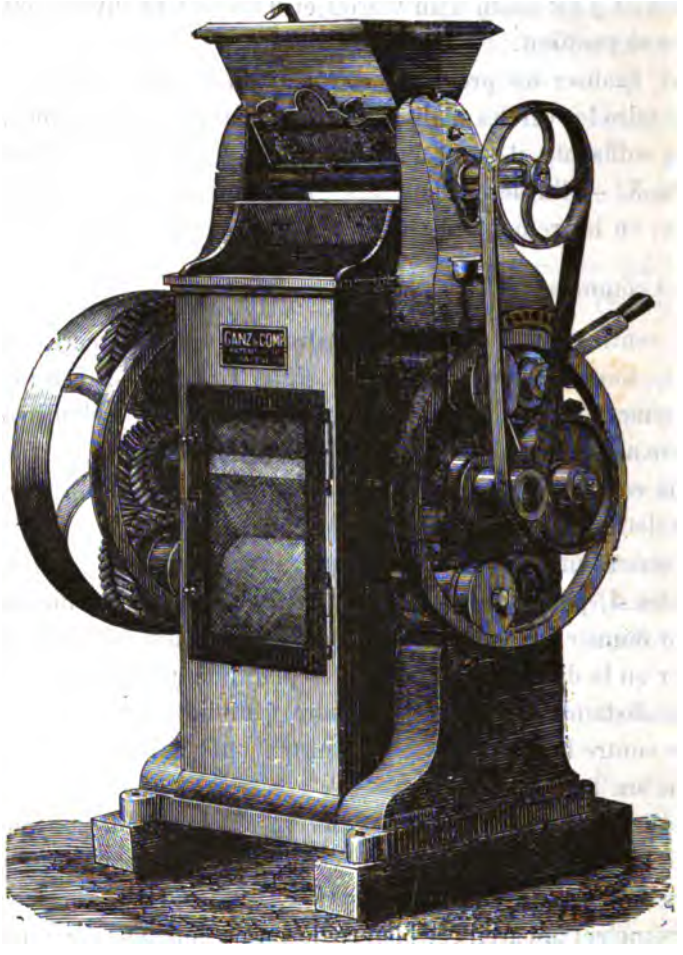
L'appareil est surmonté d'une petite trémie et d'un rouleau distributeur ; les produits débités par ce rouleau peuvent être divisés en deux nappes dont l'une se dirige entre le premier et le deuxième

cylindre, tandis que la seconde se dirige entre le deuxième et le troisième cylindre.

Ce résultat est facilement obtenu au moyen d'un couloir croisé placé sous le distributeur.

Il est également facile de faire passer deux fois le même produit entre les cylindres.

Les cylindres de cet appareil ont $0^m,22$ de diamètre et $0^m,396$ de longueur.



Ces deux types d'appareils sont les plus employés dans les grands moulins de l'Autriche-Hongrie, de la Bavière et de la Russie. On en construit beaucoup d'autres, mais je n'ai aucune donnée sur leur valeur.

La gravure ci-dessus représente le convertisseur système Ganz.

Forme des cannelures des broyeurs, leur mode d'action.

1re *Opération.* — Les cylindres cannelés ne sont employés que pour traiter le blé et séparer le son de la masse farineuse.

La forme des cannelures à laquelle on s'est définitivement arrêté est celle que nous indiquons (pl. 27, fig. 15).

Ainsi que nous l'avons déjà dit, l'un des cylindres cannelés A (pl. 27, fig. 15), ne fait que 80 tours, tandis que l'autre B en fait de 200 à 240.

Le cylindre A, peut être considéré comme un cylindre d'alimentation présentant le grain aux cannelures du cylindre B, qui le comprime et détachent de l'enveloppe la partie farineuse.

Le premier broyage du grain est très faible, les deux lobes sont seulement séparés pour la mise en liberté de la poussière qu'ils renferment; à ce point de vue, il peut être considéré comme un complément du nettoyage.

Mais les broyages subséquents, beaucoup plus énergiques, sont effectués par des cylindres dont le nombre de cannelures augmente à mesure que l'opération approche de la fin.

Le grain est soumis à un nombre de broyages d'autant plus grand qu'il est plus dur et, par suite, plus friable. Au début de l'opération, l'écartement des cylindres est de 1 3/4 à 2 millimètres, tandis qu'à la fin ils se touchent presque.

Après chacun des broyages les produits obtenus sont séparés par une bluterie en toile métallique,et on ne soumet à un nouveau broyage que les résidus.

Par ces broyages successifs on obtient la plus grande partie de l'amande du blé sous forme de gruaux; on sépare la farine produite par un blutage; les gruaux sont ensuite divisés suivant leur volume, puis épurés avant d'être soumis au convertisseur, qui en fait de la farine.

Voici du reste la composition des produits fournis par cette première opération :

Farine sur blé.	7 à 12	pour 100.
Gruaux bruts..	85 à 80	—
Gros sons.	8 à 8	—

On voit, d'après ce qui précède : 1° que par le premier broyage le grain est seulement ouvert, et qu'on peut par un blutage séparer les poussières que cette première opération met en liberté ; 2° que dans les autres broyages le blé n'est jamais violemment comprimé entre deux surfaces métalliques, et que la masse farineuse est détachée de l'enveloppe par des froissements répétés de cette enveloppe.

De cette façon le grain n'est pas aplati, les sons ne sont pas déchirés et la masse farineuse est séparée sans production de chaleur. Les germes quittent leurs alvéoles et sont en grande partie séparés par la bluterie et l'aspirateur ; ils ne peuvent donc pas nuire à la farine, puisqu'elle n'est produite qu'ultérieurement par la conversion des gruaux auxquels ils ne se trouvent plus mélangés.

On reconnaîtra facilement dans cette première opération la méthode de mouture haute ou à gruaux blancs, avec cette seule différence, que l'on ne produit que très peu de farine de premier jet; mais aussi avec les 80 pour 100 de gruaux bruts, on obtient au moins 50 pour 100 de farine équivalant à la farine de gruaux et 10 pour 100 de farine première.

Nous savons qu'on reproche à cette méthode de mouture le nombre de broyages qu'elle exige pour les mêmes matières, afin d'arriver à finir les sons ; évidemment, mais si l'on veut bien considérer le résultat on sera forcé de reconnaître les très beaux et très bons produits obtenus et d'avouer que l'on extrait ainsi du blé à peu près toute la masse farineuse, et qu'en fin de compte on n'a pas dépensé plus de force motrice qu'avec des meules, qui font le même travail dans des conditions infiniment moins bonnes.

Avec les meules il est matériellement impossible de séparer l'amande du blé de son écorce en produisant 80 pour 100 de gruaux, et la dépense de force motrice est plus considérable.

En admettant que les produits soient soumis à six broyages successifs, il faudra pour actionner les six broyeurs une force motrice qui ne dépassera pas quatorze chevaux, plus deux chevaux pour les bluteries, soit en tout seize chevaux de force.

Chaque broyeur pouvant débiter de 12 à 14 quintaux par heure, la force motrice par quintal de blé n'atteint pas 1 1/2 cheval, tandis que ce même travail en nécessite au moins le double avec les meules.

Les objections élevées s'expliquent par ce fait, que les meuniers redoutent toujours les passes nombreuses, et, ils ont raison lorsqu'il

s'agit de meules, puisque chaque passage des produits détermine un échauffement qui détruit les qualités qu'on recherche dans les farines, mais ils ne se rendent pas compte qu'avec les cylindres l'effet est tout différent, et que les produits sont toujours froids. — Voilà le point très important qu'ils perdent de vue.

Les gruaux bruts obtenus sont classés par une bluterie spéciale en huit numéros ou grosseurs; les quatre numéros les plus fins sont généralement soumis directement à l'action du convertisseur qui les transforme en farine; les autres numéros, plus gros, sont encore quelquefois adhérents ou mélangés à des parcelles de sons; on détache les parcelles adhérentes par le désagrégeur, et on les isole en soumettant les produits à l'action de sasseurs aspirateurs.

Le désagrégeur des gruaux.

2e *Opération.* — L'appareil ainsi dénommé n'est autre chose qu'un broyeur ordinaire, dont les cannelures sont très fines (800 à 1000). Ainsi que dans la première opération, les cylindres ne se touchent pas, ils compriment légèrement les gruaux pour les faire éclater sans production de farine.

A la sortie des gruaux du désagrégeur une bluterie les classe et extrait la plus grande partie des petits sons; ils sont ensuite sassés et épurés comme les premiers pour être convertis en farine.

En Hongrie, les sasseurs aspirateurs en usage enlèvent les petits sons et classent les gruaux de même volume d'après leur densité.

Conversion des gruaux en farine.

3e *Opération.* — La conversion des gruaux en farine est la dernière opération; elle s'effectue au moyen des appareils à cylindres lisses, à cercles d'allégement et à vitesses différentielles; c'est un simple écrasement qui ne présente pas de difficulté.

Généralement toute la farine est extraite des gruaux en deux ou trois passes après chacune desquelles un blutage sépare la farine mise en liberté. On ne soumet à une seconde opération que les gruaux formant le résidu et qui ont également été classés par une bluterie à diviser.

Pour les blés tendres, très humides, il arrive que les gruaux se lami-

nent en petites feuilles ; pour les bluter il faut soumettre les produits, au sortir du convertisseur, à l'action d'un petit appareil détacheur qui détruit ces petites feuilles et fait foisonner le tout.

Blutage. — Le blutage a une influence trop grande sur la qualité des produits et sur le rendement pour ne pas en dire quelques mots.

Dans les moulins français, il y a les bluteries à farine et les bluteries à diviser les gruaux. La boulange, c'est-à-dire le son, la farine et les gruaux mélangés, est dirigée dans une bluterie qui en extrait la farine ; les gruaux et les gros sons restant vont à une autre bluterie à diviser qui classe les premiers et rejette les seconds. C'est là le mode de blutage le plus simple, mais il est imparfait par cette raison, que la présence du son dans la bluterie à farine, ne peut que nuire à la qualité de cette dernière.

Le système de blutage usité en Hongrie est plus rationnel : que l'on travaille avec des meules ou avec des cylindres, la boulange passe dans une bluterie dont les mailles du tissu sont assez grandes pour laisser passer les gruaux blancs et la farine, qui en est ensuite séparée à l'abri du contact des sons, par une bluterie spéciale.

Les gros sons et les gros gruaux sont séparés par une autre bluterie particulière, ainsi que les gruaux rejetés par la bluterie à farine.

Rendement. — On a dit et écrit que les meuniers Hongrois ne produisaient pour l'exportation que des farines supérieures qu'ils n'obtenaient qu'en très petites proportions, et, que leurs farines secondaires étaient consommées dans le pays.

De ce fait, on a conclu que la mouture par les cylindres ne pouvait rivaliser avec la mouture par les meules bien rhabillées et bien conduites. On a dit aussi, que ces mêmes meuniers fabriquaient jusqu'à dix numéros de farine et que si, avec les cylindres, on était astreint à une semblable division des produits, le système ne pouvait convenir à la France, où l'on ne fait qu'une ou deux qualités, — des farines premières et des farines de gruaux ; bien entendu, on passe sous silence les farines 2e, 3e et 4e qui sont vendues dans les centres industriels ; on ne se préoccupe pas non plus de la qualité de chaque numéro fabriqué, ni de la proportion dans laquelle chaque numéro entre dans le rendement total du blé.

C'est là cependant ce qu'il aurait fallu faire — ce qu'il faut faire —

avant de porter un jugement, aussi radical qu'il est mal fondé, sur un procédé nouveau, quand ce procédé surtout intéresse une industrie aussi considérable que la meunerie.

Les grands moulins de Hongrie font, en effet, jusqu'à dix qualités de farine et plus, mais rien ne leur serait plus facile que d'en faire une, deux ou trois seulement.

Pour cela, il leur suffirait de les mélanger.

On fait aujourd'hui, en France, avec les appareils hongrois, de la monture française et de la monture hongroise.

Ceux d'entre nous qui sont allés à Vienne et à Budapest ont pu constater que le pain y était au moins aussi bon qu'à Paris : ceux que leurs affaires ou des intérêts n'y ont pas conduits, savent que les boulangers des quartiers riches de Paris empruntent la méthode suivie par leurs confrères de Vienne et nous offrent le pain viennois et le pain riche, comme pain extra-beau et bon, qu'ils font payer du reste en conséquence.

Et s'il est vrai que les meuniers Hongrois nous expédient leurs plus belles farines, cela tient à ce que leur plus-value compense, et au delà, les frais de transport et aussi à ce que nos meuniers avec leurs meules et leur organisation ne peuvent entrer en compétition avec eux ni faire des farines de même qualité. Quant à objecter que la qualité des blés de Hongrie y est pour quelque chose, c'est une erreur, puisque l'an dernier les minoteries hongroises ont été approvisionnées de blés de provenance américaine, ce qui ne les a pas gênées pour nous envoyer leurs produits comme les années précédentes.

En ce qui concerne les produits secondaires, on opère en Hongrie comme en France et partout ailleurs, la province et les centres industriels les absorbent. Le pain obtenu par les farines secondaires est moins blanc que le pain riche, mais il a au moins l'avantage d'être beaucoup plus nutritif que les pains de gruaux et le pain riche.

Que la mouture soit faite avec des meules ou avec des cylindres le rendement en toutes farines est le même, car on ne peut tirer du blé que la farine qu'il contient, mais il n'en est pas moins acquis que la proportion des farines supérieures est plus grande avec les cylindres qu'avec les meules.

C'est si vrai que les meuniers français qui travaillent aujourd'hui avec des cylindres se gardent bien de divulguer les rendements qu'ils recueillent ainsi ; leur désir d'éviter aussi longtemps que possible

toute concurrence locale les porte à n'avouer, lorsqu'on les y pousse, que des résultats plus grands que ceux qu'ils obtiendraient avec des meules, mais ils omettent volontairement de faire ressortir les 2 francs de prime qu'ils obtiennent par sac de farine.

Jusqu'à présent on n'a pas fait en France de moutures comparatives avec les meules, d'une part, et les cylindres, de l'autre ; mais en Hongrie une commission fait, chaque année, des expériences avec les deux systèmes et voici les résultats recueillis en 1879 à Budapest.

PRODUITS.	MOUTURES.					
	PAR LES MEULES.			PAR LES CYLINDRES.		
Farine n° 0.....	5 %			8.50		
— 1.....	7.50			10.00		
— 2.....	6	38 %		8	47.50	
— 3.....	6			6		
— 4.....	7			7		
— 5.....	6.50		76.50	8		76.50
— 6.....	15			12		
— 7.....	11			8		
— 8.....	7.50	38.5		5	29.00	
— 8 ½....	4			3		
— 9.....	1			1		
Issues... 10.....	19			19		
Criblures et déchets...	4.50			4.50		
	100.00			100.00		

Le tableau qui précède fait voir que dans les deux méthodes de mouture on a obtenu, en toutes farines, 76,5 pour 100 ; mais il est évident que le mélange des farines produites par les cylindres sera d'une qualité bien supérieure au mélange résultant des farines provenant des meules, puisque les belles qualités y sont en bien plus grande proportion.

Enfin si l'on se borne à un mélange des sept premiers numéros, on remarque que la mouture par les meules a rendu 64 pour 100, tandis que celle obtenue par les cylindres a donné 67,50 pour 100, d'une farine incontestablement plus belle, les qualités supérieures y prédominant.

Ces dernières farines sont blanches, sans piqûres, piquantes aux doigts quoique fines, soyeuses et fuyantes à la main ; leur reflet est doré au lieu d'être d'un blanc mat ; elles ont ce qu'on appelle en meu-

nerie, du corps; c'est-à-dire qu'elles ont conservé leur constitution moléculaire intacte, qu'elles n'ont été ni fatiguées, ni échauffées, toutes conditions qui sont les signes certains d'une fabrication excellente et plus particulièrement productive à la boulangerie, parce qu'elles rendent 3 à 4 pour 100 de pain de plus que les farines de la mouture basse des meules.

La boulangerie de Paris n'emploie les farines de mouture basse que pour la fabrication du pain ordinaire, tandis que pour le pain de luxe et la pâtisserie elle ne se sert que des farines produites par la mouture haute.

Les meuniers français qui font usage des cylindres, obtiennent un rendement de 71 à 72 pour 100 en farine première. — Supérieure aux meilleures huit marques, tandis que les mêmes blés, traités par les meules, ne rendent à la mouture basse que 66 à 68 pour 100.

Si l'on extrait les farines de gruaux séparément, les cylindres donneront également des résultats plus satisfaisants que les meules, puisque presque toute l'amande de blé a été séparée sous forme de gruaux.

Enfin, en appliquant les prix du jour aux quantités obtenues par les divers procédés de mouture, on voit que, abstraction faite de la qualité des produits, la mouture par les cylindres est plus avantageuse que celle faite avec les meules.

Dans le tableau suivant nous faisons ressortir les différences de rendement en argent.

PRODUITS.	PRIX des produits.	MOUTURE							
		BASSE.				HAUTE.			
		MEULES.		CYLINDRES.		MEULES.		CYLINDRES.	
		0/0	fr.	0/0	fr.	0/0	fr.	0/0	fr.
Farine de gruaux.	55					30.00	16.50	36.00	19.80
— 1re.....	42	63.38	28.71	72.00	30.24	10.00	4.20	12.00	5.0.
— 2e.....	33	2.57	0.85	2.00	0.66	»	»	»	»
— 3e.....	25	4.00	1.00	1.00	0.25	34.00	8.50	25.00	6.2!
— 4e.....	20	»	»	»	»	1.00	0.20	2.00	0.4(
Issues.....	14	21.00	2.94	22.00	3.08	22.00	3.08	21.00	2.94
Déchets.....	»	4.05	»	3.00	»	3.00	»	4.00	»
		100.00	33.50	100.00	34.23	100.00	32.48	100.00	34.43

Dans ce qui précède nous avons comparé les farines de la mouture basse à celles obtenues par les cylindres, bien que les 72 pour 100 indiqués représentent de la mouture à gruaux blancs, c'est-à-dire une mouture dont les produits ont les mêmes qualités que ceux de la mouture haute, et, comme d'autre part elles rendent plus de pain, on comprend que les meuniers la vendent 2 francs de plus par sac de 159 kilog., soit 1 fr. 25 de plus par 100 kilog.

La même remarque s'applique aux produits de la mouture haute. Dans le tableau suivant nous résumons les résultats ci-dessus en tenant compte de la plus-value à attribuer aux produits obtenus par les cylindres.

PRODUITS.	MEULES.	CYLINDRES.	DIFFÉRENCE.
Mouture basse.....	33.50	35.23	1.73
Mouture haute.....	33.48	35.43	2.95
Moyennes.....	33.99	35.33	2.34

Si l'on applique aux différents numéros des produits de 100 kilogrammes de blé, obtenus en Hongrie par les moulins à cylindres, les prix auxquels ils sont côtés sur le marché de Paris, on trouve que le rendement en argent est bien de 35 fr. 33, que nous indiquons.

Le pirx correspondant du blé étant de 28 francs les 100 kilogrammes et les frais de fabrication de 2 francs, on voit la marge qui reste pour le transport et le bénéfice du meunier.

On reconnaîtra que ces résultats sont supérieurs aux produits de la mouture basse comme rendement et tout au moins comparables à ceux de la mouture haute comme qualité, c'est-à-dire que le système de mouture par les cylindres réunit les avantages des deux systèmes de mouture par les meules, et cela à un plus haut degré, il doit donc être considéré comme le système de mouture rationnel.

La différence moyenne de 2 fr. 34 entre le rendement obtenu par les meules et celui obtenu par les cylindres démontre que le droit protecteur de 1 fr. 40 sur les farines étrangères est suffisant, et qu'il faut que la meunerie perfectionne son matériel.

Force motrice nécessaire.

Un broyeur qui débite 12 quintaux par heure, prend 1 1/2 cheval, et au maximum 2 chevaux; il faut compter sur six broyages qui absorberont par conséquent 12 chevaux ; soit par quintal de blé 1 cheval ; pour tenir compte des accessoires nous admettrons 1 1/2 cheval par quintal et par heure.

Un convertisseur exige 3 chevaux et peut très facilement réduire en une heure tous les gruaux de 200 kilogrammes de blé ; cependant pour tenir compte des accessoires, nous admettrons 2 chevaux par quintal de blé et par heure.

Il faut, par conséquent, compter pour les deux opérations et par quintal sur une dépense de 3 1/2 chevaux.

Si on y comprend le nettoyage, il faut compter sur 4 chevaux par quintal et par heure. Une paire de meules, pour faire le même travail, exige au moins 6 chevaux.

Pour faire la mouture comme en Hongrie, il faudrait compter sur au moins 7 chevaux par quintal et par heure.

Dépenses de premier établissement d'un moulin basé sur l'emploi exclusif de cylindres, comparées à celles d'un moulin à meules, capable de faire dans le même temps la mouture de la même quantité de blé.

Nous supposerons un moulin capable de faire la mouture de 15,000 kilogrammes de blé par 24 heures, parce que ce sont les données d'un moulin à cylindres que nous établissons à la Villette, et pour lequel tous les marchés sont passés pour la fourniture à forfait du matériel mis en place. Ces marchés se décomposent comme suit :

Fournitures et pose des appareils à cylindres. . fr.	21,000
Détacheurs et sasseurs hongrois.	3,000
Nettoyage.	9,000
Transmissions, bluteries, élévateurs, vis sans fin, boisseaux, etc.	26,000
Courroies	2,000
Imprévu et petit matériel.	4,000
Total. . . . . fr.	65,000

Les 138 paires de meules exploitées par MM. Darblay et Béranger, et qui viennent d'être cédées à une Société, effectuaient par jour la mouture de 1,600 quintaux de blé, soit par paire de meules, en déduisant celles en rhabillage, environ 13 quintaux de blé. Nous admettrons 15 quintaux, ce qui donnerait pour l'exemple que nous avons choisi 10 paires de meules en travail continu; à ce nombre il convient d'ajouter au moins 2 paires de meules en rhabillage, soit en tout, 12 paires de meules pour faire la mouture de 150 quintaux par 24 heures.

Une paire de meules mises en place, y compris le beffroi, la rotonde, les transmissions, les bluteries, le récipient, le râteau, le nettoyage, etc., etc., coûte, suivant les constructeurs, de 6 à 10,000 francs.

En admettant seulement 6,000 francs par paire de meules on voit que les 12 paires reviennent à 72,000 francs, c'est-à-dire à peu près au même prix que les cylindres.

Durée des meules et des cylindres, dépenses d'entretien.

Une paire de meules marche généralement bien pendant huit à dix ans, mais les coups de marteau répétés qu'exige le rhabillage, ébranlent souvent avant ce temps quelques morceaux de la mosaïque de pierre qui constitue la meule ; à partir de ce moment on peut dire qu'elle n'est plus en état de faire un bon service.

Les dépenses d'entretien et de rhabillage de 12 paires de meules peuvent se chiffrer comme suit :

2 rhabilleurs à 2,400 francs par an.	fr.	4,800
Marteaux, entretien des boitarts, etc.		1,200
Total.	fr.	6,000

Le premier moulin à cylindres est à Rouen, il marche depuis bientôt trois ans et il n'est pas encore question de refaire les cannelures des cylindres.

Lorsque des cylindres sont bien conduits ils peuvent marcher pendant 4 ou 5 ans ; l'épaisseur de la partie trempée de la fonte est plus que suffisante pour permettre de refaire les cannelures cinq fois, ce qui correspond à une durée d'au moins 20 années.

Toutes les dépenses d'entretien d'un appareil à cylindres et la réfection des cannelures, peuvent se chiffrer comme suit :

Réfection de 8 coussinets.	100f 00
Réfection des cannelures de 4 cylindres.	120f 00
Total.	220f 00

Soit pour quatre appareils, 880 francs pour une période de 4 années, cela porte la dépense annuelle à 220 francs.

Emplacement nécessaire.

Il faut moins de place pour l'installation d'un moulin avec des cylindres qu'avec des meules ; nous avons acquis cette conviction à la suite d'une installation que nous avons faite à Marseille, dans un moulin de 8 paires de meules, d'un moulin à cylindres d'égale puissance.

Les meules ont été laissées provisoirement à leur place, néanmoins la mouture avec les cylindres et la manutention des produits se fait avec ordre et facilité.

Objections que l'on fait sur l'emploi des cylindres.

Au nombre des objections faites nous devons encore réfuter celles-ci, car elles ne sont pas fondées.

Critiques. — Il a été prétendu que les appareils hongrois ne convenaient pas pour la mouture que l'on fait en France, où l'on se tient à une qualité de farine, et aussi que nos blés tendres ne peuvent être traités que par les meules.

Nous avons en effet démontré qu'il était plus aisé de réunir plusieurs qualités de farine que de les séparer, et, en ce qui concerne les blés tendres, leur dureté étant moins grande que celle des blés de Hongrie, ils sont plus faciles à traiter, car, plus les blés sont durs plus la réduction doit être progressive.

Avec les blés tendres il suffit de 4 à 5 broyages, les blés durs en exigent quelquefois jusqu'à 8.

On dit aussi que le blutage est plus compliqué que dans les moulins

à meules. A la rigueur, cela est vrai, mais on ne tient pas compte qu'avec les cylindres il donne de meilleurs produits, qu'il est rationnel. Le blutage est une des opérations importantes de la meunerie ; il est donc essentiel d'y apporter les plus grands soins et il faut croire que le système hongrois n'est pas aussi difficile à appliquer qu'on semble l'insinuer, puisque déjà plusieurs minoteries françaises l'ont adopté. Comme on le voit, ces objections ne sont pas graves.

Les fabricants de meules prétendent que la boulange est soumise au contact de l'acier, du fer ou de la fonte, et que ces métaux font la farine bleue ; ils condamnent sans discussion le batteur Toufflin, les meules métalliques, les cylindres en fonte trempée, etc.

Ces fabricants de meules, très honorables certainement et très experts dans leur fabrication, ne sauraient être froissés d'être discutés au point de vue de leur peu d'aptitude — nous parlons de la généralité — en matière de science, de meunerie même.

Ils prétendent en outre qu'il peut se détacher des cylindres quelques parcelles ferrugineuses nuisibles à la santé des consommateurs ! Acceptons cette supposition, comme justifiée, ne serait-il pas préférable d'absorber quelques atomes de fer que des éclats de silex ?

Dans ces griefs se résument les polémiques soutenues par les adversaires des procédés nouveaux : ils affirment, cela suffit, hors la meule de nos ancêtres, pas de salut.

Nous qui, moins habitués à nous soumettre à des idées toutes faites, recherchons le progrès et avons mission de le faire prévaloir sur la routine, notre devoir est de faire la lumière et de procéder par persuasion et non par affirmation pure et simple.

Les chiffres que nous avons indiqués dans ce qui précède sont extraits de comptes rendus officiels ; nous avons démontré : quant à la qualité, les raisons de notre infériorité actuelle, et la décroissance de nos exportations de farines rapprochée du développement prodigieux de celles qui se font maintenant d'Autriche-Hongrie et d'Amérique, confirme entièrement et irréfutablement notre opinion ; quant à l'importance de nos minoteries comparée à celle des minoteries de Hongrie, le tableau suivant permettra de juger.

SOCIÉTÉS.	CAPITAL SOCIAL.	PRODUCTION ANNUELLE.	DIVIDENDES POUR 100. ANNÉES. 1869	1870	1871	1872	1873	1874	Moyennes.
	Florins.	Kilogrammes.							POUR CENT.
Moulin la Concordia, Budapest	1.150.000	75.000.000	»	20	»	»	5	»	4 1/6
Moulin à vapeur de Pesth-Ofen	1.000.000	»	»	15	5	20	25	20	14 1/6
Moulin Élisabeth de Pesth	600.000	20.800.000	»	»	»	»	5	6	1 5/6
Moulin Louise de Pesth	700.000	50.000.000	»	6.25	»	12.40	11.25	»	5
Moulin Victoria de Pesth	720.000	35.000.000	1	7	»	»	»	4	2
Société des moulins à cylindres de Pesth	1.000.000	40.000.000	10	15	»	25	25	20	15 1/6
Moulin de la Société des Boulangers de Pesth	600.000	23.608.730	5	15	5	25	25	20	15 3/6
Moulin la Panonia, à Pesth	1.220.000	37.844.400	»	»	»	»	»	4	4/6

La moyenne des dividendes de toutes ces usines est de 7 3/6 pour 100. Tandis que depuis que ces établissements ont augmenté leur capital pour appliquer les cylindres, ils paient :

SOCIÉTÉS.	DIVIDENDES POUR 100. ANNÉES. 1875	1876	1877	1878	Moyennes.
					POUR CENT.
Concordia	»	6	10	12	7
Moulin à vapeur de Pesth-Ofen	20	20	25	36	25.25
Moulin Élisabeth de Pesth	10	18	15	15	13.75
Moulin Louise de Pesth	13.50	18.75	22.50	25	19.69
Moulin Victoria de Pesth	10	27.20	20	24	19
Société des moulins à cylindres de Pesth	20	»	10	14	11
Moulin de la Société des Boulangers de Pesth	22.50	20	20	22.50	21.25
Moulin la Panonia, à Pesth	10	15	20	25	17.50

Soit en moyenne 16.80 pour 100, c'est-à-dire plus que le double de la moyenne générale des années précédentes. — On remarquera que les dividendes du premier moulin à cylindres de Pesth-Ofen sont tombés de 15 3/6 à 11 pour 100. — Cela provient de ce que, en 1876, cette Société a reconstruit son usine, et qu'elle a subi l'influence de la concurrence pendant le chômage.

Ces huit minoteries produisent annuellement 2,822,000 quintaux de farines, correspondant à 3,630,000 quintaux de blé. Le moulin la Concordia de Pesth, à lui seul, écrase chaque jour plus de 2,500 quintaux de blé.

Tous ces moulins sont actionnés par des moteurs à vapeur dont quelques-uns atteignent la puissance de 800 chevaux [1].

Je termine : et si j'ai insisté d'une façon toute particulière sur les moulins à cylindres c'est parce que, à l'étranger, ils ont reçu leur consécration à la suite de nombreuses applications ; c'est parce qu'ils démontrent la nécessité d'une rénovation dans la meunerie française ; je crois avoir rendu sensible le péril que court cette grande industrie dans notre pays ; la question est très grave, je la crois digne d'attirer l'attention du ministre de l'Agriculture et du Commerce, la vôtre, Messieurs, et celle de nos minotiers.

1. Celui, des établissements exploités par MM. Darblay, qui renferme le plus grand nombre de paires de meules, est le grand moulin, sis à Corbeil. Il renferme 58 paires de meules, dont 50 au maximum en travail continu ; elles sont mises en mouvement par une force motrice mixte de 300 chevaux.

DISCOURS PRONONCÉS

SUR LA TOMBE

DE M. RENÉ DEMIMUID

PROFESSEUR D'ARCHITECTURE A L'ÉCOLE CENTRALE DES ARTS ET MANUFACTURES

DÉCÉDÉ LE 14 JUIN 1881.

Discours prononcé au nom de l'École Centrale, par M. CAUVET, *Directeur des Études.*

MESSIEURS,

L'École Centrale est toute frémissante d'une terrible émotion en présence de cette tombe. Comment ! ce Camarade, cet Ami, ce Maître, encore hier parmi nous, plein de vie, de force, d'intelligence, n'est qu'un corps inerte, un souvenir ! Il faut les immenses tristesses d'un épouvantable malheur pour se faire à l'idée que Demimuid n'est plus. Quel deuil parmi nous ! L'École avait apprécié, à son temps, son Élève consciencieux, appliqué à ses devoirs, de relations aimables, passionné pour le beau, mais demandant toujours à la règle de tempérer les enthousiasmes de l'artiste. Déjà, dans ses premières études, l'Écolier se faisait distinguer par la clarté et l'élégance de ses solutions; autant que par l'éclat réservé de la forme. On a souvent reproché aux études positives de ne pas exercer suffisamment les attributs essentiels de l'humanité : l'imagination, le cœur, le sens moral. Certes, nous avons là un grand exemple pour nous apprendre que le culte du beau, l'exercice de l'extrême bonté, la grandeur d'âme, peuvent marcher de pair, dans nos rangs, avec les rigorismes du vrai et l'exactitude de la réalité.

Demimuid entra à l'École Centrale en 1855 et en sortit avec distinction en 1858. Pendant ses trois années d'études, il fut un Camarade excellent, tout rempli de l'estime et de l'affection de ses condisciples.

Il fut aussi un Élève laborieux et remarqué ; il avait cette foi courageuse et ordonnée, qui seule permet d'arriver à la possession complète d'un enseignement sérieux, difficile et étendu.

A peine était-il diplômé comme ingénieur, que déjà les connaissances spéciales de cet art ne lui suffisaient pas. Il avait été initié aux règles de l'utile ; par goût, il voulut donner une part égale à l'étude du beau.

L'École des Beaux-Arts avait à satisfaire ce tempérament artistique : il en devint le disciple en quittant l'École Centrale. Ses nouvelles études furent aussi brillantes que les premières ; l'architecte fut aussi distingué que l'ingénieur. Dans cette nouvelle carrière, nous l'avons vu, faisant de l'idéal le principe qui le guidait dans ses recherches, mais sans se laisser entraîner jamais par les écarts d'une imagination superficielle.

Le tempérament exact et vigoureux de l'ingénieur reparaissait souvent et modérait les ardeurs de l'artiste. Avant tout, il étudiait profondément, il amassait de tous côtés de nombreuses informations ; il examinait attentivement les besoins à satisfaire ; il interrogeait, notait tout ; et quand il possédait ainsi un ensemble complet des choses utiles et nécessaires alors seulement l'imagination apparaissait, alors il savait revêtir d'une forme harmonieuse, brillante, et toujours approuvée parce qu'elle était vraie, ces mille détails d'un édifice, expression d'un service humanitaire. C'est parce que l'École Centrale avait su reconnaître cet équilibre, entre le pouvoir créateur de l'Imagination et la pondération du Savoir, que lorsqu'elle eût à développer, en première année, un cours sur les éléments de la construction architecturale, elle demanda à Demimuid de se charger de cet enseignement.

Nous pouvons affirmer, nous qui avons été les témoins attentifs de ses efforts, que ses leçons ont donné des résultats remarquables et ont produit des progrès incessants. Mais son action ne s'arrêtait pas au seul effet intellectuel. Le maître savait échauffer une doctrine correcte par une aménité persuasive, bienveillante et sympathique. Son auditoire appréciait tant d'attrayantes qualités et lui donnait en échange : confiance, respect, affection.

Il ne nous appartient pas de parler des travaux de l'architecte ; toutefois l'École Centrale ne pourra jamais oublier tout ce qu'elle doit à Demimuid, à ses labeurs, à ses talents, à son patient dévouement,

depuis le jour où il fut devenu indispensable de dresser les projets de ce qui sera la grande École Centrale.

Depuis plus de sept ans, la plus grande part de la vie de l'architecte nous appartenait : études, travaux de recherches, discussions, croquis, beaux dessins, rien ne lui a coûté pour donner entière satisfaction à tous nos besoins, à toutes nos exigences ; et c'est quand ses plans, son projet entier venaient de sortir victorieux de toutes les épreuves ; c'est quand sa gloire entrait dans son plein épanouissement que la mort impitoyable est venue le foudroyer dans la force de l'âge et du talent, l'enlevant à l'affection profonde d'une épouse adorée et bien digne de l'être, à un père et à un frère éplorés, à sa famille entière, à ses nombreux amis, à ses collègues, à ses élèves !

En te perdant, cher ami et cher Collègue, nous devons affirmer hautement que nous avons perdu en toi le modèle accompli de l'élève et du maître, l'homme bon et de bien par excellence.

Reçois le dernier adieu de l'École Centrale, à qui tu as tant donné et qui te doit tant. Ton souvenir et ton esprit y seront aussi impérissables que le magnifique monument que tu avais conçu, que tu allais élever et qui doit assurer son glorieux avenir. Adieu !

Discours prononcé au nom de l'Association amicale des anciens Élèves de l'École Centrale, par M. DE COMBEROUSSE, *Président de l'Association.*

MESSIEURS, MES CHERS COLLÈGUES, MES CHERS CAMARADES,

J'ai peine à maîtriser mon émotion en face de cette tombe si soudainement et si malheureusement ouverte ; mais je ne puis me soustraire au devoir cruel qui m'est imposé.

Une voix autorisée vient de vous parler de notre cher Camarade au nom de l'École Centrale, de vous exposer les services qu'il a rendus à son enseignement.

La grande famille de l'Association amicale des anciens Élèves de

cette École exige à son tour un interprète de son chagrin et de ses regrets.

Demimuid, depuis plusieurs années déjà, était l'un des vice-présidents de notre Association. Ceux qui l'ont vu à l'œuvre peuvent dire avec quelle conscience extrême, quelle bienveillance inépuisable il remplissait les fonctions qui lui étaient confiées. Son caractère s'y reflétait tout entier.

Dans les discussions les plus vives, jamais un mouvement d'irritation, jamais un mot blessant ne lui échappait. Il respectait ses contradicteurs, parce qu'il se respectait lui-même. Les idées de conciliation et d'apaisement l'avaient toujours pour défenseur. La camaraderie, dans ce qu'elle a de consolant et d'élevé, la camaraderie désintéressée et émue, était pour lui l'idéal à atteindre ; et il prêchait constamment d'exemple.

Il avait foi dans l'avenir de notre Association, et se préoccupait d'une union plus intime encore à établir entre elle et la grande École dont elle n'est qu'une émanation.

On retrouve les traces de cette préoccupation dans le projet si remarquable qu'il a exécuté pour la reconstruction et la nouvelle installation de l'École Centrale, sur la demande et sous l'inspiration de son Conseil de perfectionnement.

Ce projet avait été approuvé par M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce, il allait être sanctionné par le vote du projet de loi soumis en ce moment même à la Chambre des députés.

Demimuid, après un travail acharné de sept années, touchait à la réalisation de son rêve. Ceux qui savent quel artiste de l'École des Beaux-Arts s'unissait en lui à l'ingénieur de l'École Centrale, comprendront la joie dont il était animé. Cette façade, étudiée avec amour, allait apparaître sobre et imposante ; ce promenoir couvert si orignal allait développer ses larges baies ; il entendrait bientôt ces escaliers aux courbes élégantes résonner sous les pas de nouvelles générations d'élèves-ingénieurs. Demimuid voyait, sentait tout cela. Lui aussi aurait élevé son monument avec le soin jaloux de l'artiste, avec le soin filial de l'ancien élève. Combien il était heureux de cette double tâche !

Et voilà la mort qui apparaît brusquement au tournant du chemin, qui brise cette carrière en pleine maturité, qui anéantit toutes ces espérances !

Contraste vraiment tragique entre la douceur de cœur de notre cher

camarade, entre sa vie calme et occupée, toute de travail et de tendresse, et le coup inopiné et brutal qui la termine, nous frappant tous dans notre affection et détruisant l'œuvre dans son germe!

Mais non, je me trompe... L'œuvre de Demimuid surgira de terre... Son projet lui survivra, il portera son nom, il fera la consolation triste mais glorieuse de la veuve qu'il laisse après lui, qu'il aimait tant et dont il était tant aimé!

Nous ne l'oublierons pas non plus. Son souvenir inspirera ses successeurs lorsqu'ils auront à trancher une question délicate, une question de bonté et de conscience.

Notre ami a passé en faisant le bien. L'étape a été trop courte, mais elle a été utilement et noblement remplie.

Adieu, mon cher Demimuid, mon cher Camarade. Nous pleurons avec tous les vôtres, avec celle qui était si digne d'être votre compagne!

Adieu, au nom de l'Association amicale tout entière!

Discours prononcé au nom de la Société des Ingénieurs civils, par M. E. MARCHÉ, *Vice-Président de la Société.*

Messieurs,

Je viens à mon tour, avec une bien profonde émotion, au nom de la Société des Ingénieurs civils et de son Comité, dont il était membre, adresser le suprême adieu à celui qui va reposer dans cette tombe si prématurément ouverte.

Notre cher Demimuid, sorti de l'École Centrale, avait embrassé la profession d'architecte vers laquelle l'entraînait un sens artistique inné, mais il était resté ingénieur. C'est dire qu'il possédait, avec un goût exquis et l'amour de l'art, la science de l'emploi judicieux des matériaux et de l'utilisation des espaces, ainsi que la connaissance de toutes les données de la physique et de la mécanique indispensables à la construction des édifices adaptés à leur usage spécial.

Aussi, quand, en 1869, la Société des Ingénieurs civils mettait au concours la construction de son hôtel, le projet de Demimuid « réalisant la meilleure utilisation de la superficie et de la hauteur de la construction, les meilleures dispositions des accès et de la distribution générale » fût-il préféré.

Demimuid construisit donc notre modeste hôtel, et nous savons avec quel succès il a tiré partie d'un terrain situé dans les conditions les plus ingrates comme étendue et comme façade, avec quelle sobriété et quel bon goût il en a réglé l'aménagement et l'ornementation.

L'œuvre n'est pas parfaite, mais les inconvénients que le temps et le développement de notre Société nous font à constater ne sont que la conséquence de l'insuffisance du terrain, et tous savent avec quels soins, quelle sollicitude de tous les jours, il s'ingéniait à les atténuer. Nous comptions sur lui pour les corriger, et je dirai plus, nous comptions sur lui pour nous construire le nouvel hôtel que nos besoins croissants nous forceront quelque jour à édifier.

En 1873, Demimuid était nommé membre du Comité, et depuis huit ans, réélu chaque année, il n'a cessé de s'associer à nos travaux avec cette égalité de caractère et ce zèle consciencieux qu'il apportait partout. L'année passée, le Comité le déléguait à Vienne pour y représenter la Société au Congrès des ingénieurs et architectes, et il nous donnait, dans la séance du 5 novembre 1880, un compte rendu de ce voyage qui l'avait tant intéressé et, disait-il, tant instruit.

Hélas! Demimuid disparaît tout à coup, subitement; il est frappé à sa table de travail, le crayon à la main; il nous quitte en pleine santé, dans l'essor complet de son talent, il disparaît à ce moment précis de la carrière, où encore entouré de maîtres vénérés, il voyait déjà se grouper autour de lui les anciens élèves, ses disciples; à cet âge où le travail est devenu sinon plus facile, du moins plus utile, plus productif, parce qu'aux leçons de l'enseignement et aux aptitudes personnelles vient se joindre cette expérience des faits, si lentement et si chèrement acquise, qui, seule, permet dans notre profession de créer une œuvre complète et durable.

Cette œuvre maîtresse, on vient de vous dire qu'il allait la produire, après sept ans d'efforts passionnés.

Nous n'oublierons jamais Demimuid. Nous garderons fidèlement et pieusement la mémoire de cet homme de bien, de ce Collègue, de ce Camarade si bienveillant, de cet Ami si tendre.

Au nom de tous ses Collègues du Comité qui l'aimaient, au nom de tous les ingénieurs civils, c'est en pleurant que je dis adieu à René Demimuid.

Paroles prononcées par M. S. PÉRISSE, *au nom de la promotion* 1858.

MON CHER DEMIMUID,

Tes Camarades de la promotion de 1858 qui sont là, nombreux, près de moi, t'adressent par ma bouche un dernier adieu.

A toi, qui fus le plus dévoué, le plus obligeant, le plus affectueux;

A toi, qui nous a tenus si souvent sous le charme de ton esprit, de tes paroles toujours bonnes, toujours conciliantes;

A toi, le meilleur de notre promotion.

Les sanglots étouffent ma voix. Je ne pourrai donc pas énumérer tes qualités; mais comment ferais-je, tu les avais toutes.

Tu laisses ici-bas de bien nombreux amis, mais pas un ennemi.

Adieu, adieu.

RÉSUMÉ

DES

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

DU

MOIS DE JUIN 1881

Séance du 3 Juin 1881.

PRÉSIDENCE DE M. ERNEST MARCHÉ, *Vice-Président.*

La séance est ouverte à huit heures et demie.

M. LE PRÉSIDENT. Messieurs, M. Henri Mathieu, ne peut pas présider cette séance, vous savez tous que c'est à la suite d'un deuil de famille, d'un de ces deuils qui frappent le plus douloureusement un homme de travail et un homme d'intérieur comme l'est notre Président : la perte d'une enfant adorée. Je crois être l'interprète de vos sentiments, en adressant, au commencement de cette séance, un témoignage de respectueuse sympathie auquel vous vous associerez tous, à ce Président si consciencieux, et à ce père de famille si cruellement éprouvé.

Le procès-verbal de la séance du 20 mai est adopté.

M. LE PRÉSIDENT annonce que M. le colonel A. Jones, qui assiste à la séance, invité par notre collègue, M. Larose, est l'inventeur d'un système ayant pour but d'amener au moyen de l'air comprimé les eaux d'égouts dans les fermes où l'on peut les utiliser.

Une expérience de ce système doit avoir lieu, le lendemain 4 juin, à 3 heures, à Clichy-Levallois. M. le colonel A. Jones invite ceux des Membres de la Société qui peuvent assister à cette expérience, à vouloir bien s'y rendre, il sera heureux de leur donner toutes les explications qu'ils pourraient désirer. Cette expérience se lie intimement à une question déjà traitée devant la Société.

L'ordre du jour appelle la communication de M. Richard, sur le Congrès tenu à Alger par l'*Association française pour l'avancement des Sciences.*

M. LE PRÉSIDENT rappelle que M. L. Richard a été délégué par notre Comité pour représenter la Société des Ingénieurs civils au Congrès d'Alger.

M. L. RICHARD rend compte de son voyage en Algérie, comme délégué de la Société au Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences.

M. RICHARD, parlant de son passage à Marseille, dit qu'il a été tristement impressionné de voir les quais et ports, toujours dépourvus d'engins et d'appareils mécaniques, dont l'usage diminuerait le prix de la main-d'œuvre, le temps de déchargement des navires, et, par suite, rendrait libres à un plus grand mouvement les surfaces occupées par la grande navigation.

Il fait ensuite l'éloge du service des tramways à Marseille. Les voitures légères, ouvertes de tous côtés, faciles d'accès pour monter ou descendre, circulant pour le prix très modique de 10 centimes, dans tout Marseille et sa banlieue, sont dignes d'être remarquées; elles ne désemplissent pas. C'est un contraste avec les lourdes voitures des omnibus de Paris, qui mérite l'attention.

Les bateaux de la Compagnie transatlantique, qui font le service de d'Algérie, sont merveilleusement installés. Les machines sont du type Compound. Elles développent 450 chevaux effectifs, avec une consommation de 150 kilogr. de houille par mille marin (1852 mètres), pour une marche de 12 à 14 milles.

Tous les bateaux de la flotte sont munis du servo-moteur de notre camarade J. Farcot. Admirable instrument qui permettrait à un enfant de gouverner le plus gros navire.

Arrivé sur le sol algérien, dans la province d'Oran, M. Richard a été frappé des développements que prend la culture de la vigne.

Au point de vue industriel, il signale les emplois utiles qui peuvent être faits de l'alfa qui pousse en abondance dans cette contrée, et d'une plante parasite, l'asphodèle, qui peut servir à une fabrication de l'alcool, qui serait très économique, si elle était bien installée, sous le rapport des ressources d'eau et de charbon et des moyens de transport dont elle a besoin.

Ce sont ces ressources qu'il faut créer, ou au moins aménager, en exécutant de nombreux et importants travaux publics. L'avenir de l'Algérie est immense, si l'on veut suivre la voie du progrès qui se manifeste de tous côtés.

M. RICHARD renonce à parler des réformes administratives et économiques à accomplir, sur lesquelles la parole élégante de notre éminent collègue, Émile Trélat, pourra donner des renseignements très bien étudiés, mais il veut citer quelques chiffres, extraits des notices publiées par l'Association française pour l'avancement des Sciences, qui feront bien juger des progrès de l'Algérie et de sa situation actuelle.

Géographie. — La superficie totale de ce qui constitue l'extrême nord de l'Afrique, comprenant le Maroc, l'Algérie et la Tunisie est de 140 millions d'hectares. L'Algérie en embrasse 70 millions, savoir : 14 millions pour le Tell, 11 millions pour les steppes, 45 millions pour le Sahara. Le Tell comprend dix massifs différents de montagnes de plus ou moins grande élévation, et des plaines d'une fertilité remarquable.

Hydrographie. — Les côtes de l'Algérie ont un développement total d'environ 1,000 kilomètres.

La quantité d'eau que les pluies versent annuellement sur les terres algériennes varie, suivant les régions et les expositions, de 500 à 1,200 millimètres.

La limite du Tell est aussi celle des grandes pluies. A Géryville, à Laghouat, à Biskra, la moyenne s'abaisse à 250 ou 300 millimètres.

En combinant les moyennes, avec les superficies, on trouve qu'il tombe au minimum, à la surface de l'Algérie, environ 14 milliards de mètres cubes d'eau; la moitié est enlevée par l'évaporation.

On se fera une idée de la valeur des rivières algériennes par les assimilations suivantes aux rivières de France.

La Chéliff répond à la Dordogne.	530	kilomètres environ.
L'Oued Sahel et l'Habra, à la Vilaine. . . .	210	—
Le Sig et la Sébous, à la Somme.	190	—
La Tafna, à l'Hérault.	135	—

Climatologie. — On distingue :

1° Le climat maritime, suivant la côte, dans lequel, pour des altitudes ne dépassant pas 140 mètres, la température moyenne est de 18°.

2° Le climat de la région montagneuse du Tell, dans lequel, pour des altitudes ne dépassant pas 1,000 mètres, la température moyenne est de 16°.

3° Le climat des steppes Sahariens, comprenant Géryville, où pour une altitude de 1,360 mètres, la température moyenne est de 16°,5.

4° Le climat du Sahara, où pour des altitudes variant de 60 mètres (Tougourt), à 780 mètres (Laghouat) la température moyenne est de 22°.

Pendant l'été algérien, c'est-à-dire pendant juin, juillet, août et septembre, la température atteint, dans ces diverses régions, 38° à 42°.

Météorologie. — Le régime de la pluie en Algérie donne lieu aux observations suivantes :

On remarque du côté de Bougie et de Djidjelli un maximum de pluie très prononcé, caractérisé par 1,100 à 1,200 millimètres.

La zone de 800 millimètres comprend Alger, le Sahel, la Mitidja, Médéah et la grande Kabylie.

La zone de 500 millimètres comprend presque tout le reste de l'Algérie, au nord de la ligne Saïda, Boghar, Batna.

Au sud des Hauts Plateaux et dans la région Saharienne, il tombe à peine 200 millimètres d'eau.

La saison sèche s'étend pour toute l'Algérie, du 1er mai au 1er septembre, et la saison pluvieuse, comprend les huit mois restants; ce qui semblerait constituer un pays privilégié, mais la répartition des pluies est très irrégulière, et l'évaporation y est très puissante.

Géologie. — On peut définir en quelques mots la structure géologique du massif Atlantique. C'est un gros bourrelet de 400 kilomètres d'épaisseur, de 800 à 1,000 mètres d'altitude, avec quelques chaînons dépassant 1,500 mètres et deux s'élevant à 2,400 mètres; au sud de cette ride, de grandes surfaces réputées planes formant le Sahara; vers le nord, une mer à rivages plus ou moins abrupts, ayant, à quelques milles de terre, des fonds de 2,000 mètres et plus.

Cette grosse ride est formée de terrains secondaires.

Minéralogie. — L'Algérie est un pays producteur de minerais. On y trouve des gîtes de cuivre, surtout dans la province d'Alger; — le plomb argentifère constitue deux mines importantes, l'une (Oum Teboul) à la frontière tunisienne, l'autre (Gar-Rouban) à la frontière du Maroc.

Le zinc est assez abondamment répandu dans les provinces de l'Ouest et de l'Est, où se trouve la concession de Hammam N Bails, qui fait partie du domaine de la Vieille-Montagne.

Mais c'est surtout le minerai de fer qui donne lieu, en Algérie, à des exploitations considérables. La mine du Mokta-el-Haddid fournit par jour au port de Bone, avec lequel elle est en communication par un chemin de fer de 30 kilomètres de longueur, des transports s'élevant à 1800 tonnes; ces minerais sont des oxydules et sont recherchés pour le Bessemer à cause de la présence du manganèse en proportion de 3 pour 100. D'autres mines, à Collo, à Gomaya, à Témoulga, à Ténès, à Zaccar, et dans la province de l'Ouest, entre Camérata et la Tafna, sont très riches.

Les matériaux de construction, pierres de taille, chaux, plâtre, marbres, etc., sont abondants en Algérie. Le sel y est abondamment répandu (les lacs salés de Belizane, d'Arzew et de Valmy sont exploités), et dans le sud ce sont des montagnes inépuisables de sel gemme, Rassoul, Tadjerouna, Djelfa et El-Outaïa.

Les eaux minérales y sont aussi nombreuses; on cite principalement les eaux très chaudes (environ 100°) de Hammam-Meskoutin, près de Guelma.

Le chiffre total des ouvriers employés aux mines dépasse 3,500, dont les 4/7 pour la province de Constantine.

Le nombre des appareils à vapeur était, il y a deux ans :

Province de Constantine. . . .	144	donnant. . .	8,290	chevaux.
— d'Alger et d'Oran. . .	237	— . . .	20,700	—
Totaux.	381	— . . .	28,990	chevaux.

Ces chiffres se sont accrus.

Agriculture. — Les principaux produits de l'agriculture sont les céréales, qui y sont de très grande qualité; les farines et les légumes secs. La première exportation de farines s'est faite, en 1853, pour 367 kilogrammes; en 1876, elle s'élevait à 64,745 kilogrammes.

Les premiers légumes secs ont été exportés, en 1852, pour 1,078,626 kilogrammes; en 1875, pour 10,039,124 kilogrammes, et en 1876, pour 7,310,670 kilogrammes.

Les tabacs sont en grande progression depuis 1867.

Les industries se rattachant à l'agriculture, telles que le teillage du lin et la sériciculture, sont encore en embryon; mais elles commencent à se développer. La branche de l'agriculture, sur laquelle on base avec juste raison le plus grand avenir, c'est la viticulture; l'étendue des terres cultivées en vigne dépasse actuellement 20,000 hectares, soit 3,500 hectares pour la province de Constantine, 8,000 pour celle d'Alger et 8,500 pour celle d'Oran.

Industrie et commerce. — Le mouvement commercial s'est constamment développé avec le peuplement et la colonisation. En 1879, les importations et les exportations ont eu ensemble une valeur de 424,044,523 francs. Les relations de l'Algérie, chaque année plus importantes, sont directes avec l'Europe, l'Afrique et l'Amérique. Enfin l'Algérie est arrivée à procurer à la France un débouché annuel de plus de 204 millions, et à l'affranchir de la dépendance de l'étranger pour une valeur de plus de 120 millions.

Travaux publics. — Les travaux de ports, de môles, de débarcadères, etc., etc., exécutés en Algérie jusqu'en 1879, ont donné à la navigation une impulsion considérable.

De 1830 à 1879, les importations se sont élevées de 5,000,000 francs à 272,126,102 francs, et les exportations de 1,500,000 francs à 151,918,421 francs.

Les travaux de grande voirie, exécutés à ce jour, se répartissent comme suit :

Routes nationales.	2,909	kilomètres.
— départementales.	1,316	—
Chemins de grande communication.	4,982	—
— d'intérêt commun.	1,299	—
Total.	10,506	kilomètres.

Les chemins de fer sont maintenant en construction sur tout le territoire de l'Algérie; 1,282 kilomètres sont déjà en exploitation.

Des travaux de desséchements et d'irrigation ont été faits, mais bien plus nombreux sont ceux qui restent à faire, en même temps que le reboisement des montagnes pour la conservation des eaux.

Les grands barrages construits à l'amont des vallées pour retenir les eaux ne sont encore qu'au nombre de trois; ce sont les barrages du Sig et de l'Habra dans la province d'Oran, et du Hamiz dans celle d'Alger. Tous les trois sont en maçonnerie, et ceux de l'Habra et du Hamiz retiennent, l'un, 35,000,000, et l'autre, 14,000,000 de mètres cubes d'eau.

M. Richard fait remarquer combien tous les chiffres qu'il vient de présenter sont importants pour donner une idée vraie de la situation actuelle de l'Algérie.

Arrivant au Congrès réuni à Alger le 14 avril dernier, M. Richard expose à la Société les faits de la séance solennelle, de la constitution des sections, et notamment de la section du génie civil dont il a été nommé vice-président, comme hommage rendu à la grande situation de la Société des Ingénieurs civils.

M. Richard développe les diverses communications présentées à la section du génie civil du Congrès qui ont été les suivantes, et dont on retrouvera les détails au Bulletin mensuel :

1° *M. Martin-Calmels.* Sur le dévasement des barrages déversoirs, en Algérie, par l'air comprimé.

2° *M. Lamayresse.* Mémoire sur le régime légal des eaux en Algérie.

3° *M. Marchegay.* Rapport sur l'établissement des réseaux téléphoniques dans les grandes villes.

4° *M. Gobin.* Installation aux gares de Lyon des systèmes d'enclenchement Saxby et Farmer, et Rapport sur les égouts de Lyon.

5° *M. Bergeron.* Réforme de la voie permanente des chemins de fer.

6° *M. Godard.* Communication sur le rôle des sables dans l'exécution du chemin de fer Trans-Saharien.

7° *M. Émile Trélat.* De la distribution de l'air et de la lumière dans les habitations urbaines.

8° *M. Chabrier.* Les chemins de fer économiques à voie étroite, et leur application en Algérie.

9° *M. le Colonel Fourchault.* De la construction des villages défensifs en Algérie.

10° *M. Selleron.* Communication sur les cloisons étanches dans les navires.

11° *M. le Commandeur Betocchi.* Travaux faits sur le Tibre pour mettre Rome à l'abri des inondations.

12° *M. Feutrier.* Fabrication de la dynamite-gomme.

13° *M. le Capitaine du génie Brocard.* Mémoire sur les essais de plantations faites en Algérie par le génie militaire depuis 1837.

14° *M. le Dr William Siemens F. R. S., de Londres.* Communication

sur un nouveau système de four pour la production du gaz et en second lieu sur un bec à gaz, différent de celui de M. Frédéric Siemens.

15° *M. Trémaux.* Communication sur un procédé d'aménagement des eaux d'infiltration.

16° *M. Bergeron.* Situation actuelle des travaux d'expérience du tunnel sous-marin entre la France et l'Angleterre.

M. Richard termine l'exposition des travaux du Congrès par des considérations générales à l'appui desquelles il fait ressortir le rôle prépondérant que le génie civil peut prendre maintenant en Algérie. Il remercie ses collègues de l'honneur qu'ils lui ont fait en le déléguant auprès de l'Association française pour l'avancement des Sciences dans une circonstance aussi importante que celle de la réunion du Congrès d'Alger. Il s'estimera heureux s'ils jugent qu'il a été à la hauteur de la mission qui lui a été confiée.

M. le Président fait remarquer que le bec intensif de M. Siemens, qui a été présenté à Alger, n'est pas celui sur lequel M. Cornuault nous a fait une communication.

MM. Siemens, celui de Londres et celui de Dresde, sont frères et ils rivalisent en inventions ingénieuses; c'est M. William Siemens, de Londres, qui était à Alger, et ce sont les brûleurs de M. Frédéric Siemens, de Dresde, que vous avez vu fonctionner ici. Dans les deux appareils on alimente la combustion par l'air chaud, mais l'air est chauffé par des procédés différents.

M. Richard. Dans le système de M. William Siemens, la flamme est traversée par une tige métallique surmontée d'une boule en terre réfractaire, et l'air arrive par des plaques métalliques percées de trous qui se trouvent au bas de la lampe.

M. le Président. L'air est donc chauffé par la conductibilité des métaux, tandis que, dans les brûleurs à récupération, il est chauffé par les produits de la combustion. L'effet obtenu est d'ailleurs beaucoup plus grand par ce dernier moyen.

Maintenant, ajoute M. le Président, nous avons à remercier M. Richard de son intéressante communication et de la manière dont il a représenté la Société à Alger. Les renseignements fournis par M. Richard contribueront à faire mieux connaître l'Algérie, qui, par l'accueil fait aux membres du Congrès, a montré combien elle était heureuse d'avoir été choisie pour lui donner asile cette année.

La communication de M. Richard sera publiée *in extenso* dans notre Bulletin mensuel.

M. Hauet est très heureux de la communication de M. Richard sur l'Algérie, qui n'est pas assez connue; toutefois, il demande à présenter quelques observations.

M. Hauet constate, tout d'abord, que les renseignements fournis par M. Richard sur « *l'outillage* » du port de Marseille sont en désaccord avec

la réponse qui lui a été faite dans une précédente séance par M. Hersent, et de laquelle il résultait que le port *était outillé*.

M. Richard répond que le fait qu'il a signalé est le résultat d'une constatation *de visu*. Sur le port de la Joliette, il n'y a rien qui soit en rapport avec le mouvement considérable de marchandises qu'on y remarque. Aussi, il arrive que les navires restent deux ou trois jours sans être déchargés. Le jour où le déchargement pourra se faire promptement et facilement, le résultat sera le même que celui que l'on obtiendrait par un accroissement en surface : les navires, plus vite déchargés, séjourneront moins longtemps dans le port.

M. Hauet signale que l'alfa se trouve non seulement dans la province d'Oran, comme le dit M. Richard, mais aussi et en grande abondance, dans la province de Constantine, région de Tebessa et il commence à apparaître à quelque distance de La Meskiana.

Il ne pense pas qu'il y ait, en France, de fabriques de papier d'alfa comme en Angleterre; il désirerait savoir à quel usage est destiné celui qui est expédié en France.

M. Richard répond que, en France, l'alfa n'est guère utilisé actuellement, que pour la fabrication de cordages et de sacs communs.

M. Hauet croit que l'alfa est appelé à un grand avenir, aussi bien en France qu'en Angleterre. Pour ce qui est de l'influence désastreuse du siroco, signalée par M. Richard, il est d'avis que le fait de la destruction d'une récolte en vingt-quatre heures est exagéré; il n'a jamais, pour son compte, constaté un fait semblable.

M. Richard répond qu'il n'a fait, en cela, que citer des documents officiels.

M. Hauet ajoute qu'il faut se défier des moyennes lorsqu'on parle de l'Algérie, où une province ressemble si peu à l'autre; ce qui est vrai à Oran ne l'est pas à Constantine; il en est ainsi, par exemple, de la hauteur d'eau tombée; non seulement elle est très variable, comme nous l'a dit M. Richard, mais il y a en outre une grande différence de perméabilité des terrains, et tandis que dans la province d'Oran on ne peut guère recueillir que le 1/37 de l'eau tombée, les bassins de réception dans la province de Constantine, notamment près de Bone, recueillent de 1/3 à 1/5.

M. Richard pense que le fait signalé par M. Hauet est une des causes qui font si bien réussir la culture de la vigne dans la province d'Oran.

M. Hauet dit que la culture de la vigne réussit également très bien dans la province de Constantine.

M. Richard, pour montrer l'extension prise par la culture de la vigne en Algérie signale que :

en 1850 le nombre d'hectares cultivés en vigne s'élevait à . .	792
en 1872 ce nombre s'élevait à.	13,312
et en 1879 à.	19,995

il pense que ces chiffres sont parlants.

En réponse à une question de M. Quéruel, M. Richard dit que, jusqu'à présent, il n'y a pas de trace de phylloxera en Algérie.

M. Hauet demande à M. Richard si, en parlant des marbres de Hammam Mes Koutine, il n'a pas fait confusion avec les marbres de Fil Filah, qui sont de la plus grande richesse et qui, comme qualité, rivalisent avec les marbres d'Italie.

M. Richard répond, qu'il n'a pas fait confusion, mais n'a voulu parler que des espérances que l'on a sur ces marbres.

M. Hauet dit que, en ce qui touche l'asphodèle, il ne croit pas à l'espérance d'utilisation dont a parlé M. Richard, les essais de distillerie tentés il y a une vingtaine d'années n'ont pas réussi, l'alcool était de mauvaise qualité et, d'autre part, l'asphodèle vint à manquer.

L'asphodèle est une plante parasite comme le palmier nain. M. Hauet doute qu'on soit arrivé à la cultiver d'une façon fructueuse, et il ne pense pas qu'il y ait intérêt à le faire.

M. Richard. Aujourd'hui, il y a des procédés au moyen desquels on purifie l'alcool ; et l'on pourrait peut-être tirer un meilleur parti de l'asphodèle, qui est la production naturelle du sol ; c'est une herbe qui pousse comme un parasite, mais qui se reproduit aussi très bien, on la repique et elle réussit parfaitement.

M. Gaudry émet l'espoir que, grâce à la mise en service de la nouvelle flotte de la Compagnie Transatlantique, les produits d'Algérie pourront nous parvenir directement sans passer par l'Angleterre ou l'Espagne, comme cela a eu lieu jusqu'à présent ; d'autre part, il demande à M. Richard s'il pourrait donner quelques renseignements sur les magnifiques onyx d'Algérie qui sont d'un si bel effet dans l'escalier de l'Opéra. C'est une des plus belles pierres qui aient jamais existé.

M. Richard. L'exploitation, m'a-t-on dit, disparaît. J'ai demandé des renseignements à cet égard, et on ne m'a cité aucune contrée où il y ait une exploitation sérieuse.

M. Gaudry demande à M. Richard s'il a quelques renseignements sur les minerais de fer d'Algérie, qui rappellent ceux de l'île d'Elbe, il dit avoir employé les minerais de Fil Filah et avoir constaté qu'ils se pulvérisent facilement.

M. Richard répond que les minerais qui ont la plus grande réputation sont les fers de Mokta à côté de Bone, qui se transportent en Angleterre et en France.

M. Gaudry dit avoir vu en Champagne les minerais de Camerata, que l'on faisait venir à grands frais, et qui rappellent ceux de l'île d'Elbe.

Répondant à une question de M. Rey, M. Richard dit que le prochain Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences, se tiendra à La Rochelle. . . . . .

M. Roy. J'aurais quelques réserves à faire sur l'opinion du délégué de

la Société des Ingénieurs civils, au sujet de la question des chemins de fer en Algérie. M. Richard a dit qu'il préférait le chemin à voie large avec matériel et rails légers. Je ferai remarquer que, ce qu'il faut chercher, avant tout, c'est que la dépense de construction soit en harmonie avec les recettes. Or, pour l'établissement d'un chemin à voie large, les dépenses seront toujours les mêmes, que le chemin soit destiné à recevoir un matériel léger ou un matériel lourd, la construction de la plate-forme, les ouvrages d'art seront toujours les mêmes; il n'y aura donc pas d'économie sous ce rapport. Quant au matériel fixe et roulant, la question est très secondaire suivant moi; j'estime que l'emploi de la voie large doit avoir pour conséquence l'établissement d'un chemin susceptible de recevoir le matériel des autres lignes; ayant la même largeur de voie, il faut éviter le transbordement, qui est toujours long et coûteux. En faisant un chemin à rails légers à côté d'un chemin à matériel lourd, on sera obligé de faire le transbordement.

M. Richard. On n'aura qu'à changer les machines.

M. Roy : Les rails légers supporteront toujours difficilement des wagons lourds et chargés, à mon avis c'est un non-sens, qu'un matériel fixe léger avec une voie large, d'autant plus qu'il n'y a pas d'économie sur la construction proprement dite.

M. le Président pense que l'on ne saurait s'étendre davantage sur le point examiné par M. Roy, sans sortir de la question à l'ordre du jour, les occasions ne manqueront pas, du reste, de reprendre l'étude de la voie large et de la voie étroite.

M. le Président croit que, vu l'heure avancée, il est préférable de remettre à la prochaine séance la communication de M. Krémer, sur la meunerie française et les procédés nouveaux appliqués par la meunerie étrangère, et il donne la parole à M. Mékarski, pour une courte communication sur une question qui n'était pas inscrite à notre ordre du jour.

M. Mékarski désire simplement présenter quelques observations sur une question dont on parle beaucoup en ce moment, l'emploi de l'électricité pour la traction des voitures, au moyen de la pile, ou *accumulateur*, inventée récemment, par M. Faure.

On annonce que les chevaux des tramways vont être remplacés par des moteurs électriques avec une économie énorme évaluée, pour la seule Compagnie des Omnibus de Paris, à plus de 8,000,000 francs par an.

Cette affirmation paraît un peu exagérée, si l'on considère que le total des frais de nourriture des chevaux employés sur les tramways de cette Compagnie n'a pas dépassé, en 1880, le chiffre de 3,000,000 francs. Or, il est facile de se rendre compte que ce chef de dépenses est le seul des éléments dont se compose le prix de la traction sur lequel il soit possible de réaliser une économie en remplaçant les chevaux par des machines de ce système ou de tout autre.

Il n'est pas supposable, en effet, que les conducteurs des tramways élec-

triques, si nous sommes appelés à en voir circuler, soient moins payés que les cochers, ni que le personnel des usines où seront chargés les accumulateurs coûte moins cher que les palefreniers.

Il n'est pas plus admissible que l'entretien des machines fixes et de leurs chaudières, des machines dynamo-électriques servant à charger les accumulateurs, de ces accumulateurs eux-mêmes et des électro-moteurs installés sur les voitures soit moins dispendieux que celui de la cavalerie. Il est certain au contraire que, sur ce dernier chef au moins, l'avantage ne serait pas du côté de la traction électrique.

C'est donc bien uniquement sur la nourriture des chevaux que l'emploi de ce système est susceptible de procurer une économie plus ou moins importante, en admettant que sa mise en pratique ne soulève pas d'insurmontables difficultés.

Pour apprécier ce qu'il est permis d'en attendre, sous ce rapport, il serait nécessaire que ses promoteurs voulussent bien fournir des renseignements plus sérieux que les évaluations publiées dans les journaux relativement à la dépense de force motrice nécessaire pour charger un accumulateur Faure et au rapport de cette dépense au travail restitué, en un mot que le *rendement* général des appareils interposés entre le moteur fixe et l'essieu de la voiture fût scientifiquement déterminé.

En l'absence de données précises à cet égard, M. Mékarski fait remarquer que l'interposition d'un accumulateur Faure entre une machine dynamo-électrique et un électro-moteur ne saurait augmenter le rendement : or, on sait que lorsqu'on se sert de ces deux appareils pour la transmission de la force à distance, en les réunissant par un conducteur, on perd plus de la moitié du travail transmis.

Il est douteux que les accumulateurs restituent intégralement la quantité d'électricité qu'on y emmagasine en décomposant par le passage du courant fourni par la première machine un sel qui doit tendre à se reconstituer : c'est une loi presque sans exception que tout intermédiaire absorbe une partie de ce qu'on lui confie. En outre, le chargement des accumulateurs sera une opération intermittente, dont les arrêts entraîneront très probablement quelques pertes. Il y a donc lieu de croire que l'utilisation finale, dans ce système, ne dépassera guère 30 pour 100.

Ces considérations générales font voir, dit M. Mékarski, que l'économie à espérer de la traction électrique, sous le rapport de la différence entre la nourriture des chevaux et la dépense de charbon des machines, ne peut être supérieure à celle que réalise dès à présent un autre système de traction mécanique, entré dans la pratique industrielle, celui reposant sur l'emploi de l'air comprimé.

Dans ce système en effet le rendement général ressort à 30 pour 100, les compresseurs fournissant 6 kilog. d'air comprimé à 30 atmosphères, par force de cheval employée, et la dépense d'air étant d'environ 20 kilog. par cheval utile.

M. Mékarski croit devoir rappeler incidemment que le chiffre assez faible

du rendement dans l'un et l'autre cas n'implique aucunement que la dépense de combustible doive être plus élevée que celle des petites machines à vapeur employées sur les tramways.

Le contraire est établi expérimentalement aujourd'hui, en ce qui concerne la traction à air comprimé, par l'application faite de ce système à Nantes depuis plus de deux ans; la consommation effective de charbon, par kilomètre parcouru, y compris les allumages, ressort pour l'année dernière à moins de 0 fr. 11, alors que ce chiffre est notablement dépassé dans les services exploités au moyen de machines à vapeur. L'explication de ce fait, en apparence paradoxal, se trouve dans les conditions de fonctionnement extrêmement différentes des petites locomotives dont il s'agit et des grandes machines fixes employées à la compression de l'air.

M. Mékarski ne pense pas que le chiffre de 0 fr. 11 obtenu pratiquement à Nantes puisse être sensiblement réduit par l'emploi de l'électricité.

Il fait observer d'ailleurs que la manutention des accumulateurs, qu'il faudra remplacer à la fin de chaque course, entraînera certains frais qui n'existent pas dans le système à air comprimé; l'entretien des machines électriques lui paraît aussi devoir être beaucoup plus délicat et dispendieux que celui des appareils robustes que comporte l'emploi de l'air comprimé.

Il croit savoir que le chargement des accumulateurs, ou leur préparation, exige un temps assez long, d'où résulterait la nécessité de charger à l'avance un nombre d'appareils correspondant à la consommation pendant une durée égale, ce qui entraînerait l'immobilisation d'un capital considérable.

Enfin, il est permis de se poser bien des questions au sujet du fonctionnement pratique de ce système.

Comment les électro-moteurs s'accommoderont-ils des trépidations auxquelles ils seront soumis sur les voitures? Comment les essieux seront-ils commandés? Comment la puissance sera-t-elle réglée en raison des résistances à vaincre ou de la vitesse à obtenir, étant donné que sur les tramways l'effort de traction varie à chaque instant, dans des proportions très étendues?

Le remplacement des accumulateurs s'effectuera-t-il rapidement et simplement? Leur manutention sera-t-elle sans danger?

Il y a certainement encore bien des efforts à faire pour résoudre convenablement toutes ces difficultés et l'on peut se demander si ces efforts sont justifiés par le résultat à obtenir, ce résultat étant atteint actuellement par des moyens plus simples.

Il convient de reconnaître d'ailleurs que, sans tomber dans aucune exagération, on peut accorder un certain intérêt à la question de la traction mécanique des tramways.

Les frais de nourriture des chevaux, rapportés au kilomètre parcouru, se sont élevés, en 1880, aux chiffres suivants, dans les trois exploitations parisiennes :

Tramways-Omnibus.	0 fr. 3656
Tramways-Nord.	0 fr. 2927
Tramways-Sud.	0 fr. 2965

Si l'on compare ces résultats à la dépense de charbon des tramways de Nantes, on constate en faveur de la traction à air comprimé une différence variant de 0,18 à 0,25 par kilomètre.

Les autres frais de traction, personnel et entretien, sont à peu près les mêmes à Paris et à Nantes.

La différence relevée serait donc bien un bénéfice net dont l'importance annuelle pour la Compagnie des Omnibus seulement, atteindrait près de 2 millions.

M. Hauet ne veut pas entrer dans la discussion de la question, mais il demande à faire observer seulement que le chiffre de 8,000,000 d'économie dont parle la circulaire citée par M. Mékarski ne peut pas être comparé avec celui de 3,000,000 relatif à la nourriture des chevaux; il faudrait notamment ajouter à ce dernier chiffre l'intérêt du capital, représenté par la valeur des chevaux, les pertes des chevaux, etc., etc., etc.

M. Fichet pense que la critique assez vive qui vient d'être faite par M. Mékarski de la pile Faure, au point de vue de son application à la traction des voitures, pourrait faire croire aux personnes qui liront le compte rendu de la présente séance, que si la défense a été si vive et si hâtive, c'est qu'il y a là un danger de concurrence pour l'air comprimé.

M. Fichet, pour sa part, ne le croit pas et pense qu'il est bon de le dire; il pourrait, si on le désirait, donner quelques renseignements sur le sujet.

M. le Président appuie l'observation de M. Fichet, et il reconnaît qu'il serait contraire à nos usages de discuter prématurément sur des appareils qui ne nous ont pas été présentés; mais c'est justement parce que la pile Faure n'est pas venue à nous, ajoute M. le Président, que j'ai donné la parole à M. Mékarski, dans l'espoir que ses critiques anticipées engageront les promoteurs de l'accumulateur Faure, si intéressant à beaucoup d'égards, à soumettre au jugement impartial de notre Société les avantages et les applications pratiques qu'on suppose pouvoir réaliser. Nous n'avons donc plus actuellement qu'à attendre qu'une communication faite à la Société nous fournisse l'occasion de nous faire une opinion éclairée sur un appareil qui, quoique trop bruyamment présenté, permet cependant d'espérer de nouveaux progrès dans l'emploi de l'électricité.

Les membres admis dans la présente séance sont MM. Bureau, Lenoir, Maillet, Ruelle et Sechehaye.

Séance du 17 Juin 1881.

PRÉSIDENCE DE M. Henri MATHIEU.

La séance est ouverte à huit heures et demie.

Le procès-verbal de la séance du 3 juin est adopté.

M. LE PRÉSIDENT annonce la nomination de M. Morandiere (Édouard) au grade de chevalier de la Légion d'honneur, de M. Lopez-Bustamente à celui de chevalier de l'ordre de Charles III d'Espagne et de M. Ferdinand Claudin à la dignité de commandeur d'Isabelle la Catholique.

M. LE PRÉSIDENT en annonçant le décès de M. Demimuid prononce les paroles suivantes :

« Messieurs, vous avez tous été douloureusement surpris, comme je l'ai été moi-même, par la mort subite de notre excellent collègue Demimuid.

« Le nombre considérable d'amis, de collègues, de camarades et des élèves de l'École centrale, qui se sont pressés autour de son cercueil, pour lui rendre les derniers devoirs, témoignait des sympathies qu'il avait su se concilier, de l'estime et de la considération qu'il s'était acquises par son caractère.

« Éloigné de Paris, je n'ai pas pu me joindre à vous le jour des funérailles de notre regretté Collègue, mais M. Marché, vice-président qui a bien voulu me remplacer, vous a retracé les principaux travaux qui ont marqué la carrière de Demimuid et ses titres à notre estime.

« M. Demimuid était membre du Comité depuis l'année 1874. »

D'autres discours ont été prononcés sur sa tombe, ils seront tous reproduits, dans le Bulletin de notre Société, comme témoignage pour notre cher Collègue, de tous nos regrets et des bons souvenirs qu'il a laissés parmi nous.

M. LE PRÉSIDENT fait connaître ensuite que, aux termes des statuts et du règlement, il sera procédé, dans la prochaine séance, à la nomination d'un membre du Comité en remplacement de M. Demimuid.

Conformément à l'article 17 des Statuts, M. Loustau, trésorier, donne communication de l'Exposé de la situation financière de la Société.

Il indique que le nombre des Sociétaires, qui était, au 17 décembre 1880, de.	1800
s'est augmenté, par suite de nouvelles admissions, pendant le 1er semestre 1881, de.	117
Ce qui nous donne un total de.	1917
dont il y a à déduire, par suite de décès, pendant ce semestre.	15
Nombre total des Sociétaires au 17 juin 1881.	1902

Les recettes effectuées pendant le 1er semestre 1881 se sont élevées à :

	fr. c.	fr. c.
1° Pour le service courant (droits d'admission, cotisations, locations de salles, intérêts d'obligations, amendes, vente de mémoires, annonces).	35,332 74	40,284 74
2° Pour le fonds social inaliénable (6 exonérations et 4 dons volontaires).	4,952 »	
Il reste à recouvrer en droits d'admission et cotisations. . .		43,914 »
Total de ce qui était dû à la Société.		84,198 74

Au 17 décembre 1880, le solde en caisse était de.	21,142 63	61,427 37
Les recettes effectuées pendant le 1er semestre de 1881, se sont élevées à.	40,284 74	

Les sorties de caisse du semestre se sont élevées à :

1° Pour dépenses courantes diverses (contributions, assurances, intérêts de l'emprunt, appointements, impressions, affranchissements, etc.).	27,840 02	39,163 97
2° Pour achat de 26 obligations du Midi, au porteur, sur le fonds courant.	10,323 95	
3° Remboursement de 2 obligations (capital inaliénable).	1,000 »	
Il reste en caisse à ce jour.		22,263 40

D'après le détail de la situation présentée par le Trésorier, le fonds courant et le capital inaliénable sont constitués de la manière suivante à la date du 17 juin 1881.

L'avoir du fonds courant se compose :

1° De l'encaisse en espèces.			3,933 93
2° De 191 obligations du Midi, ayant coûté.			66,594 89
Total du fonds courant.			70,528 82

La Société possède en outre comme fonds social inaliénable :

1° En espèces..		18,329 47	243,536 37
2° 19 obligations du Midi, provenant du legs Nozo.		6,000 »	
3° Un hôtel dont la construction a coûté.	278,706 90	219,206 90	
sur lequel il reste dû.	59,500 »		
Total de l'avoir de la Société.			314,065 19

M. le Président fait remarquer que la situation financière qui vient d'être présentée par notre Trésorier est satisfaisante. Nous avons eu recettes, ajoute-t-il, une somme de 84,198 fr. 74 sur lesquels il nous reste à toucher 43,914 fr.; sur cette somme 7,488 fr. se rapportent aux cotisations de 1879-80 et le reste aux cotisations de 1881. Il y a donc beaucoup de probabilités pour que, à la fin de l'année, nous ayons peu ou point d'arriéré. Notre situation est assez bonne, ajoute M. le Président, pour que le Trésorier nous propose de porter à 30 le nombre des obligations à rembourser, soit une somme de 15,000 fr.

MM. Ermel, Vice-Président, et Loustau, Trésorier, sont désignés pour présider au tirage de ces obligations, qui a lieu séance tenante.

M. le Président fait remarquer que, en suivant la marche actuelle, nous pourrons être entièrement libérés d'ici trois ou quatre ans. Le nombre des obligations à rembourser n'étant plus que de 114.

M. Loustau rappelle que, aux conditions de l'émission, nous aurions encore onze années pour faire le remboursement, nous serons donc bien en avance.

En réponse à une question de M. Richard, M. le Président fait observer que notre dette se compose uniquement des obligations qui nous restent à rembourser, lesquelles ont toutes été souscrites par des Membres de la Société; une fois ce remboursement fait nous ne devrons plus rien et notre immeuble sera complètement à nous.

M. le Président propose à l'Assemblée d'approuver les comptes qui viennent de lui être présentés; cette proposition est adoptée à l'unanimité. M. le Président remercie notre Trésorier des soins qu'il ne cesse d'ap-

porter à la gestion de nos finances, et qui lui font véritablement honneur.

Le tirage des obligations a donné le résultat suivants :

Numéros sortis, 2 — 3 — 17 — 20 — 21 — 48 — 50 — 54 — 57 — 71 — 74 — 77 — 80 — 86 — 88 — 89 — 91 — 96 — 97 — 108 — 110 — 112 — 116 — 139 — 143 — 150 — 163 — 168 — 175 et 178. — En conséquence, les trente obligations représentées par les numéros ci-dessus seront remboursées par les soins du Trésorier.

M. le Trésorier croit devoir signaler à l'attention de la Société :

1° Un don de 100 fr. fait par M. Mallard, sociétaire nouvellement admis;

2° Un don de 1000 fr. fait par M. Chapron (Lavrence), en même temps qu'un versement de 600 fr. pour son exonération.

La Société doit encore faire d'autres recouvrements, qui figureront dans les comptes ultérieurs, savoir :

1° Un legs de 1000 fr. fait par M. Monnot, sociétaire décédé pendant le premier trimestre;

2° De M. Molinos, l'abandon de deux obligations de 500 fr. chaque, ainsi que des intérêts arriérés.

L'ordre du jour appelle la remise de la médaille d'or au meilleur Mémoire déposé en 1880.

M. LE PRÉSIDENT rappelle que, en 1856, la Société a décidé qu'elle accorderait, chaque année une médaille d'or, au meilleur Mémoire qui lui serait présenté; cette année, dit M. le Président, le travail qui a mérité cette récompense est celui de M. Clerc, sur « Une nouvelle théorie de la résistance des poutres. »

M. LE PRÉSIDENT adresse ses félicitations à M. Clerc.

M. LE PRÉSIDENT dépose sur le bureau, pour les Membres qui en désireront, un certain nombre d'exemplaires du programme de la communication sur le frein Westinghouse, qui doit nous être faite prochainement par M. Morandiere.

La parole est donnée à M. Kremer, pour sa communication sur la meunerie française et les procédés nouveaux appliqués par la meunerie étrangère.

M. KREMER communique à la Société une étude très complète sur la meunerie en France et les procédés nouveaux de monture des blés appliqués à l'étranger.

M. KREMER met en lumière la décadence de la meunerie française; il recherche les causes de cette situation encore si prospère il y a quelques années, contestée aujourd'hui, menacée de déchéance demain. Il établit par des chiffres de statistiques officielles que l'Amérique et l'Autriche-Hongrie

nous enlèvent petit à petit le monopole des approvisionnements de farine pour les différents peuples de l'Europe; en Autriche-Hongrie, notamment, ce commerce d'exportation a pris dans ces dernières années un grand développement.

M. Kremer combat la prétention de ceux qui attendent le relèvement de notre meunerie du rétablissement de la protection; pour lui, les droits protecteurs ne seraient pas un remède. Ce qui manque à nos meuniers, c'est la volonté de suivre les progrès accomplis par leurs confrères étrangers; ils se refusent, à tort, obstinément à toutes modifications de leur outillage.

Après avoir fait ressortir l'importance de l'industrie de la meunerie française et du matériel industriel quelle a à sa disposition et qu'il évalue à plus de 200 millions de francs, M. Kremer dit que la meunerie française devra dépenser plus de 100 millions pour modifier son outillage le jour où elle reconnaîtra enfin la grande supériorité des procédés nouveaux sur les anciens.

M. Kremer donne des aperçus sur la composition physique et chimique du blé, il fait ressortir qu'aujourd'hui il ne suffit pas d'être manœuvre dans son métier et il démontre tous les avantages qu'on retire de l'étude et d'une connaissance approfondie des matières que l'on a à traiter. La composition du grain de blé fait voir quels soins doivent être pris pour en effectuer la mouture.

M. Kremer retrace les différentes méthodes de mouture usitées en France et à l'étranger et établit un parallèle entre les rendements obtenus par ces procédés et leurs rapports en argent.

M. Kremer, tout en faisant ressortir l'adresse du meunier français, produisant de belles farines avec les meules, n'hésite pas cependant à en condamner l'emploi en leur opposant les cylindres, qui sont en usage dans les minoteries d'Autriche-Hongrie, d'Angleterre et d'Amérique, et dont on trouve de trop rares spécimens chez nous.

Il trouve que les critiques des fabricants de meules de silex ne sont que des affirmations sans preuves à l'appui, il s'attache à prouver que leurs reproches ne sont pas fondés en examinant tous les systèmes, en discutant les dépenses qu'ils nécessitent, la qualité des produits qu'ils fournissent et finalement le rendement en argent.

M. Kremer, après une description très complète des moulins à cylindres en général et de ceux de Ganz en particulier, conclut à leur adoption en France, et voit dans leur introduction dans nos minoteries le véritable remède aux maux dont se plaignent nos meuniers, le seul moyen de reconquérir la première place qu'ils se sont laissé ravir.

M. Kremer termine en faisant ressortir que depuis l'adoption des cylindres la moyenne des dividendes payés par les huit grands moulins de Budapest a doublé et n'a jamais été inférieure à 16.80 0/0.

M. le Président. Vous venez d'entendre, Messieurs, la communication intéressante de M. Kremer sur les nouveaux procédés appliqués par la

meunerie, c'est-à-dire, la substitution des cylindres métalliques aux meules en silex. Ce système de mouture n'est pas tout à fait nouveau, je le connais, si mes souvenirs sont exacts, depuis une quarantaine d'années; seulement, jusqu'à présent, il n'avait pu réussir en France, parce qu'on employait, pour les cylindres, des fontes et des aciers qui laissaient une tache métallique dans les farines. Les nouveaux cylindres en fonte trempée, de Ganz, dont nous a parlé M. Kremer, n'ont pas ce défaut là, paraît-il, et je crois que c'est à l'emploi de ce métal, qui n'est pas attaqué par l'acide contenu dans les grains de blé, qu'est dû le succès de ces nouveaux procédés; c'est une grande révolution dans la meunerie, qui a commencé par l'Autriche et la Hongrie, et qui se continue par l'Amérique; à l'exposition de Londres, vous a dit M. Kremer, les installations américaines sont grandioses. Il existe aujourd'hui en France des minoteries établies avec cylindres : à Marseille, à Rouen, on en construit à la Villette; tout cela est d'un grand intérêt. Nous devons remercier M. Kremer de sa communication importante pour l'avenir de la minoterie en France, et aussi pour le génie civil.

M. Rey demande si les installations établies pour moudre du blé dur peuvent être employées, sans aucun changement, pour moudre du blé tendre.

M. Kremer répond affirmativement, et il ajoute que les moulins à cylindres ont pris naissance dans les pays où l'on ne récolte que des blés durs. L'année dernière, dit-il, il n'y a pas eu de récoltes en Hongrie; les Hongrois ont fait venir des blés d'Amérique, et ils se sont servis de leurs appareils pour moudre les blés tendres.

A Vienne, dit M. Kremer, j'ai fait l'essai du moulin à cylindres avec du blé tendre, et, au lieu de huit broyages, je n'en faisais que cinq pour obtenir du son extrêmement propre : c'est pourquoi je n'ai pas hésité à introduire ces moulins dans notre pays.

M. Rey. Je crois que nous ne donnons pas aux mots la même signification; ce que nous appelons blé d'Amérique, en France, c'est généralement du blé dur ou demi dur, comme le blé du Chili, et celui de la Californie.

M. Kremer. Il y a en effet du blé dur en Amérique, mais ce n'est pas du blé glacé, comme celui d'Algérie; c'est plutôt du blé demi dur.

M. Rey fait observer que certaines minoteries établies en France avec des appareils à cylindres sont très satisfaites de leur installation quand le produit à moudre est du blé d'Amérique; mais qu'il n'en n'est plus ainsi quand il s'agit d'employer des blés de pays.

M. Kremer signale qu'il existe à l'Assistance publique, un moulin qui sert à faire toutes les expériences; c'est toujours là que l'on s'adresse pour faire des essais; vous pouvez y aller, ajoute-t-il, vous n'y trouverez pas un grain de blé dur; tous leurs blés viennent d'Amérique, cependant. Dans

le Midi, à Marseille, on a du blé dur; mais on a l'habitude de tremper le blé, de le laver, le son est détrempé, il se détache plus facilement; mais c'est un mauvais procédé. Avec le cylindre, jamais on ne mouille le blé. Quand on le mouille, on le gâte, et la farine est de mauvaise qualité.

M. Rey. Quand les blés sont durs ou demi durs, on obtient de la farine pulvérulente; tandis qu'avec du blé tendre on a de la farine agglutinée qu'il faut ensuite désagréger, c'est l'inconvénient du cylindre. Les meuniers préfèrent des farines pulvérulentes, et c'est ce qui leur fait, je crois, préférer les meules aux cylindres.

M. Kremer fait observer que pour être meunier avec des meules il faut savoir rhabiller les meules.

M. Rey dit qu'aujourd'hui, ce travail se fait mécaniquement.

M. Kremer est d'avis que le travail de rhabillage présente certaines difficultés; il ne pense pas qu'un ouvrier qui ne saurait pas rhabiller une meule sans machine puisse le faire avec une machine.

M. Clémandot, s'étonne en présence des avantages que, suivant M. Kremer, les cylindres présentent, sur les meules, que M. Darblay n'ait pas pris les installations nouvelles, au lieu des anciennes avec meules, pour ses moulins d'Égypte.

M. Kremer, ne s'explique pas non plus ce fait, mais il pense qu'il a pu tenir à des raisons personnelles et que cela n'infirme en rien la supériorité des cylindres sur les meules.

M. Rey demande si les cylindres en porcelaine dont a parlé M. Kremer offrent des avantages sur les cylindres en fonte.

M. Kremer répond que les appareils avec cylindres en porcelaine conviennent pour toutes les espèces de gruaux de blés tendres; mais comme la porcelaine n'a pas plus de deux centimètres (0^m02) d'épaisseur, si on exerce une pression un peu forte, elle se casse; son usage est donc limité, tandis qu'avec la fonte, on réduit aussi facilement les gruaux de blés durs que ceux de blés tendres.

M. Rey. Lorsque le broyeur Carr a été employé à la meunerie, on lui a reproché de produire des sons coquillés auxquels on n'était pas habitué, et dont certains meuniers ont prétendu qu'ils ne pouvaient se défaire qu'avec difficulté. Est-ce que les sons produits par les appareils à cylindres se rapprochent de ces derniers, ou bien de ceux produits par les meules?

M. Kremer. Ils sont plats, tandis que ceux des batteurs Toufflin sont coquillés.

M. Rey. Les cylindres donnent une farine plate; les meuniers prétendent, que les farines rondes produites par les meules sont préférables.

M. Kremer. En dehors du rayon de Paris, les farines rondes sont préfé-

rées; mais, à Paris, on préfère les farines plates, elles sont plus faciles à panifier, et le peu de temps que les boulangers ont, à Paris, pour faire leur pain, leur fait préférer la farine plate, qui est plus facile à travailler; mais il est incontestable que la farine ronde est meilleure.

M. Rey. C'est probablement cette préférence que l'on a pour la farine ronde qui est un obstacle à l'adoption des appareils à cylindres par les meuniers français.

Si les cylindres produisent de la farine plate, ils n'ont donc guère de chance d'être adoptés que pour les farines de Paris.

M. Kremer. Non, les cylindres produisent des farines rondes. Le grain de farine est petit, il peut s'agglomérer avec de l'eau, mais il ne peut pas s'écraser; il est entouré d'un cercle opaque qui lui sert d'enveloppe. Il ressemble à un pain de munition. M. Aimé Girard, professeur au Conservatoire, a étudié cette question, et il a trouvé que cette enveloppe était du gluten.

M. Mékarski. Quelle est la différence moléculaire entre la farine plate et la farine ronde?

M. Kremer. La farine ronde est plus échauffée, ses molécules sont parfaitement rondes. Dans la farine plate, au contraire, les molécules se cassent.

M. Mékarski. Alors le grain peut encore se subdiviser à l'infini?

M. Kremer. Parfaitement, quand on fait des projections en grand de farine ronde, on peut très bien s'en rendre compte.

M. Aimé Girard, professeur de chimie au Conservatoire, a fait des études très belles sur ce sujet; je l'ai prié de les publier.

M. le Président remercie M. Kremer de sa communication, qui sera reproduite *in extenso* dans notre Bulletin de juin avec des dessins à l'appui.

Il est donné lecture de la note suivante de M. Desbrière, sur les résultats de l'application du système Fell, sur les chemins de fer de la Nouvelle-Zélande :

« La Société n'a pas oublié peut-être les communications que je lui ai « faites successivement en 1865, en 1872 et en 1876 [1], sur les applications des machines Fell, aux chemins de fer du mont Cenis, de Cantagallo (Brésil) et de la Nouvelle-Zélande.

Depuis cette dernière époque, l'application à la construction et à l'exploitation du réseau de chemins de fer de la Nouvelle-Zélande, dont nous n'avions fait qu'annoncer les études, s'est poursuivie avec un plein succès.

Nous croyons intéressant pour l'industrie des chemins de fer, de rendre compte des résultats obtenus et des moyens employés, d'après les documents officiels des ingénieurs du gouvernement colonial de la Nouvelle-Zélande.

C'est en effet ce gouvernement qui, en 1876, d'après les conseils de ses

1. Séances des 6 octobre 1865, 6 septembre 1872 et 19 mai 1876.

ingénieurs, MM. John Carruthers, Blackett, Bruce et Hemaus, décida l'adoption du système Fell, pour l'exploitation de la ligne de Wellington à Featherston. Il est à remarquer que c'est après une étude très prolongée et des tentatives répétées pour recourir à l'emploi, soit des tracés étendus à pentes moyennes de 25 millimètres par mètre, avec courbes de 60 mètres de rayon, soit des plans inclinés à fortes pentes, avec câbles et machines fixes, que ces différentes solutions ont été définitivement écartées, et qu'on a décidé d'adopter le système à rail central, pour la traversée de la montagne au pied de laquelle se trouve la ville de Featherston. La raison décisive a été la nécessité de combiner des pentes très fortes avec des courbes à très faible rayon, combinaison qu'aucun autre système ne permet au même degré.

La longueur totale de la section de montagne établie avec rail central est de 2 milles anglais et 1/2, soit presque exactement 4 kilomètres. L'inclinaison en est uniformément de 1/15, soit 73 millimètres par mètre.

Les courbes minimum ont 5 chains anglaises ou environ 100 mètres de rayon.

La voie est à l'écartement de 3 pieds 6 pouces ou 1m,065 environ.

Le poids des rails extérieurs employés sur la grande pente de 73 millimètres, est de 70 livres par yard ou de 35 kilogrammes par mètre courant. Ils sont du profil Vignole avec éclisses. Le poids du rail central est également de 35 kilogrammes par mètre; il est de la forme à double champignon et la pose en est la même que celle adoptée au mont Cenis, et qui a été décrite dans le mémoire de 1865.

Ces deux types de rails sont en acier.

Les ingénieurs chargés de la construction de la ligne, estiment que l'adoption du tracé en système Fell, leur a fait économiser 100,000 livres sterlings, ou 2,500,000 fr., sur le capital de premier établissement, soit à 5 pour 100, taux auquel la Colonie a réalisé ses emprunts, une économie annuelle de 125,000 fr.

Les machines construites pour l'exploitation de la rampe de Featherston, sont au nombre de quatre. Nous en avons donné (séance du 19 mai 1876) les dimensions principales; nous rappellerons les suivantes :

Poids vide, 30 tonnes 3/4 (anglaises), soit	31.240 kilogr.
— en ordre de marche 34 tonnes 1/2, soit. . .	35.050 —
Diamètre des cylindres extérieurs, 14 pouces. . .	0m,356
Course des pistons extérieurs, 16 pouces . . .	0m,410
Diamètre des cylindres intérieurs, 12 — . . .	0m,302
Course des pistons des cyl. intér., 14 — . . .	0m,356
Diamètre des roues horizontales, 22 pouces 1/2 . .	0m,571
— verticales, 2 pieds 8 pouces. . .	0m,912
Surface de chauffe des tubes, 783 pieds carrés. . .	72m²,74
— du foyer, 74 — . . .	6m²,87

Dans les conditions de service ordinaires, ces machines remorquent une

charge brute de 53 tonnes, non compris leur poids propre, et démarrent au milieu des courbes de 100 mètres, et sur la rampe de 73 millimètres; elles marchent, ainsi chargées, à la vitesse de 6 milles, soit 10 kilomètres à l'heure (exactement 9,654 mètres).

En ne faisant pas agir le mécanisme intérieur, les machines peuvent remorquer 14 tonnes 1/4, soit 14,463 kilogrammes.

Elles produisent une quantité de vapeur plus que suffisante, et maintiennent 150 livres de pression par pouce carré, soit 10k,5 environ par centimètre carré.

Le service se faisait depuis une année sans interruption aucune, au moment où ont été recueillies les renseignements qui précèdent, et les machines n'avaient pas subi la moindre avarie.

L'exploitation de la rampe se fait dans des conditions très onéreuses jusqu'à présent, attendu que la direction n'étant pas encore sûre de sa marche, tient à conserver deux machines toujours en feu. Dans ces conditions, le parcours annuel des machines est seulement de 9,000 milles ou 14,400 kilomètres, et les frais de traction et d'entretien, se détaillent comme suit par train-kilomètre.

Entretien des machines;	main-d'œuvre.	0,270 fr.
	matières.	0,026
Traction :	combustible.	1,961
	salaires.	1,723
	Total.	3,980 fr.

La consommation de combustible est moyennement de 31 kilogrammes par kilomètre et par train.

Quand la ligne sera prolongée, au delà de Featherston, le trafic total, qui n'est actuellement que de 19,000 fr. environ, par mille, soit 12,000 fr. par kilomètre de ligne (correspondant à 3 fr. 60 par train et par kilomètre), prendra une plus grande extension, et le service des machines deviendra plus économique.

Le parcours des 5 kilomètres entre le sommet de la rampe et la station voisine, se fait en 35 minutes à la montée, et 30 minutes à la descente.

Si nous résumons maintenant les avantages présentés par l'emploi du rail central, pour la solution qui nous occupe, il y aura à tenir compte :

1° Du coût de construction ;

2° Du temps employé au trajet par chemin de fer;

3° De la dépense d'exploitation.

Pour le premier point, nous avons vu que le système Fell a procuré une économie de 125,000 fr. d'intérêts annuels.

Sur le deuxième point, la durée du parcours entre le sommet et la station de Featherston, distance totale 11,5 milles ou 17,7 kilomètres environ, est de 55 minutes. Si l'on avait adopté le système ordinaire avec pentes de 25 millimètres, il aurait fallu en même temps admettre des courbes de

60 mètres de rayon, et on aurait eu un développement total de 16 1/2 milles ou 25,7 kilomètres. La vitesse, sur une pareille ligne, n'aurait pu dépasser 12 1/2 milles ou 20 kilomètres à l'heure, et le parcours aurait été fait en 1 heure 20 minutes. On peut donc admettre un gain de 25 minutes au moins par l'adoption du rail central.

Enfin, au point de vue de la dépense d'exploitation les résultats ne sont pas moins avantageux. Il est difficile d'évaluer ce que serait la dépense d'exploitation sur une ligne en système ordinaire avec pentes de 25 millimètres, et courbes de 60 mètres. Mais il est clair qu'elle aurait exigé un matériel spécial et entraîné une exploitation très coûteuse sur la section de montagne et sur le reste de la ligne. Nous espérons pouvoir présenter quelque jour des détails plus complets à cet égard.

La dépense de premier établissement de la ligne entière de Wellington à Featherston, s'est élevée à environ 11,400 livres sterling par mille, soit 177,000 francs environ par kilomètre.

La section de montagne qui comprend 5 kilomètres avec rampe de 73 millimètres, sur 4 kilomètres rail central, machine Fell, et stations de garage a coûté 88,000 livres, soit 28,160 livres par mille ou environ 437,000 francs par kilomètre.

Les conditions de la main-d'œuvre et des fournitures étaient fort onéreuses: les manœuvres se payent, en effet, de 9 à 10 shellings, soit 10 à 12 francs par journée de 8 heures; les charpentiers de 10 à 12 shellings, soit 12 à 15 francs. Les rails sont revenus à 375 francs la tonne rendue au port de Wellington, et le matériel roulant n'a pu être obtenu qu'à des prix très élevés, par suite de la grande abondance des demandes en 1873 et 1874.

La solution adoptée par les ingénieurs de la ligne était commandée par la nature et le relief du terrain; étant donné qu'il fallait remorquer des trains sur des rampes de 73 millimètres, avec des courbes de 100 mètres de rayon, la machine Fell était la seule qui pût être employée, il n'y avait pas à songer à la crémaillère Riggenbach, non plus qu'à aucun système à câble. Quant aux machines Fairlie, Longridge et autres, il est clair que sur de pareilles rampes elles auraient pu remorquer une certaine charge; mais pour traîner 50 à 60 tonnes nettes, ce que fait actuellement la machine Fell de 30 tonnes, il aurait fallu des machines pesant au moins 60 à 70 tonnes; et une machine de ce poids, obligée de circuler dans des courbes de 100 mètres de rayon, dont quelques-unes forment presque une demi-circonférence, n'aurait pas été moins compliquée qu'une machine Fell, et aurait certainement donné lieu, malgré la suppression du rail central, à une exploitation plus coûteuse.

Il y a d'ailleurs la condition de sécurité qui paraît avoir aussi quelque intérêt, et un accident arrivé récemment sur la ligne de Featherston, montre à quel point le système à rail central y répond.

Un train remontait la rampe; il était composé de deux voitures à voyageurs en tête, un fourgon à bagages, suivis de la machine Fell, et terminé

par deux wagons à marchandises et un wagon-frein spécial ; en tout sept véhicules.

Un ouragan survint brusquement et fit sortir de la voie successivement les deux voitures à voyageurs, le fourgon à bagages et les wagons à marchandises. Les véhicules ne furent pas renversés, mais, les attelages ayant résisté, ils se placèrent à angle droit par rapport à la machine dont les roues horizontales la retinrent seule sur la voie et empêchèrent la chute du train dans le ravin. C'est donc au rail central seul que les voyageurs ont dû leur salut, et ils restèrent quelque temps suspendus au-dessus de l'abîme avant d'avoir pu être secourus.

Il est difficile d'admettre qu'un autre système, quel qu'il soit, aurait pu, dans les mêmes circonstances, donner de pareilles garanties de sécurité.

Nous rappellerons qu'il y a aujourd'hui vingt-neuf machines Fell en service, et que de nouvelles applications sont en préparation en ce moment.

Nous ferons remarquer, en terminant, que les machines de la Nouvelle-Zélande, à cause de la date déjà ancienne de leur commande, n'ont pu être munies des derniers perfectionnements imaginés par M. Fell et exposés dans notre mémoire du 6 septembre 1872. Elles font d'ailleurs le plus grand honneur, par leur bonne exécution, à l'Avonside Company, constructeurs à Bristol, dont le directeur est M. Wilson.

Nous ajouterons que la plupart des renseignements qui précèdent ont été exposés, avec des détails très étendus, à l'Institut des ingénieurs civils de Londres dans les séances des 23 et 30 novembre dernier.

CHRONIQUE

SOMMAIRE. — La navigation à vapeur fluviale en Angleterre (*Fin*). — Utilisation comme force motrice des vapeurs autres que la vapeur d'eau. — Matériel roulant des chemins de fer allemands. — Exploitation du pétrole en Gallicie. — Pont sur le Nerbudda. — Nouveau procédé de reproduction des dessins par la lumière. — Tramways de Blackburn.

La Navigation à vapeur fluviale en Angleterre (*fin*). — Comme types de bateaux pour service de voyageurs sur la Clyde, on peut citer le *Columba*, à coque en acier, construit en 1878, par J. et G. Thomson, pour la ligne de Glasgow à Ardrishaig, et le *Lord des Iles*, à coque en fer, construit en 1877, par D. et W. Henderson, pour le service de Glasgow à Inverary.

Le *Lord des Iles* est autorisé pour 1,369 passagers. Il a 75 mètres de longueur, 7m,30 de large, et 2m,75 de creux sur quille.

L'appareil moteur, composé de deux cylindres oscillants inclinés vis-à-vis de 1m,170 de diamètre et 1m,678 de course, actionne des roues à aubes articulées de 5m,950 de diamètre au cercle effectif et développe 1,800 chevaux indiqués, donnant au bateau une vitesse de 22 milles, au tirant d'eau de 1m,35 correspondant à un déplacement de 420 tonneaux.

Il y a deux chaudières verticales avec l'eau dans les tubes, du type dit *haystack boiler*, fonctionnant à une pression effective de 3 1/2 kilogrammes; la machine et les chaudières pleines pèsent 160 tonnes.

Il y a quatre cloisons étanches transversales, formant cinq compartiments; l'appareil moteur occupe celui du milieu; la nécessité d'assurer des installations commodes aux voyageurs, pour un trajet de 120 kilomètres, a forcé à se borner à cette division.

Ces installations sont luxueuses; il y a sur le pont deux salons dont le dessus forme un promenoir continu de 61 mètres de longueur; au-dessous de ces salons, avec accès par de larges escaliers, sont les salles à manger; celle d'arrière a 18m,30 sur 6m,70, et peut recevoir 100 convives; celle d'avant à 11m,30 sur 7 mètres, et peut recevoir 70 personnes.

L'ameublement est formé de sofas contre les murailles et de sièges tournants de l'autre côté des tables; les garnitures sont en maroquin. Les cabines sont ventilées au moyen de gaines verticales montant à une certaine hauteur au-dessus du pont de promenade, et disposées de manière à donner lieu à des courants de sens contraire.

Il y a en outre de petits salons avec cabinets de toilette pour les dames et les enfants, et des installations analogues pour les hommes.

Le gouvernail est à manœuvre à vapeur du système Mac-Lachlan, et il y a un télégraphe de transmission d'ordres, système Chadburn.

On peut considérer ce bateau comme un excellent type de steamer à voyageurs pour trajet de quelque durée, au double point de vue de la vitesse et des aménagements.

L'accroissement énorme de la circulation dans le port de Glasgow a conduit à l'emploi de bateaux à vapeur pour la mise en communication des quais nord et sud de la Clyde.

La commission de la navigation de la rivière a fait établir sur les plans de ses ingénieurs des bateaux à hélice de 15m,10 de longueur, 3m,80 de largeur et 1m,22 de creux, avec 0m,86 de tirant d'eau à vide, pouvant porter 120 passagers. Ils sont munis d'une paire de cylindres inclinés renversés à haute pression de 0m,159 de diamètre et 0m,255 de course.

Ces bateaux, devant marcher à volonté dans les deux sens, ont reçu une hélice à chaque extrémité. La chaudière verticale a 2m,45 de hauteur, 1m,02 de diamètre et contient 58 tubes Field, de 0m,76 de longueur sur 50 millimètres de diamètre ; les soupapes sont chargées à 5 1/2 kilogrammes Ces bateaux sont destinés à servir également de pompes à incendie flottantes et dans ce but, ils portent une pompe rotative de Mac-Farland, reliée à l'arbre moteur par un engrenage ; il y a des embrayages disposés de manière que la machine motrice peut mouvoir le bateau seul, la pompe seule, ou tous les deux à la fois.

MM. W. Simons et Cie de Renfrew construisent en ce moment des bateaux de passage pour chevaux et voitures, mus par quatre hélices ; le pont consiste en une plate-forme mobile qu'un appareil hydraulique peut élever pour la mettre de niveau avec le quai, quelle que soit la hauteur de la marée. Une fois le chargement opéré, la plate-forme est descendue à sa position normale pour le trajet.

Après les descriptions sommaires des différents services de rivières, et des bateaux destinés à les desservir, l'auteur entre dans quelques considérations sur les conditions d'établissement des steamers de rivière. Un bateau à voyageurs pouvant porter 1,000 passagers, a un déplacement de 390 à 400 tonneaux, mais le poids de la charge utile ne dépasse pas 50 tonneaux, ce qui correspond à 0m,15 environ d'immersion supplémentaire. Les échantillons devront donc être absolument différents de ce qu'ils seraient dans des navires de mer dont la charge utile est souvent égale à la moitié du poids propre du bateau. Les plus grands efforts que la coque ait à subir sont probablement ceux qui résultent de l'effort moteur et de la répartition du poids, la machine et les chaudières étant généralement placées au centre. Flottant toujours sur toute la longueur, ces bateaux sont sensiblement dans les conditions d'un solide chargé aussi sur toute sa longueur.

On peut faire observer ici que, contrairement à ce qu'on peut supposer,

les bateaux de rivière, très longs par rapport à leurs dimensions transversales et de faible échantillon, ont pu accomplir de longues traversées par mer. Ainsi, un bateau du fameux type *Iona*, ayant un creux de 1/25 seulement de la longueur, a traversé l'Atlantique en automme, du temps de la guerre de la sécession. Un bateau du même genre, le *Lizzie* a fait le même trajet dans des circonstances atmosphériques très difficiles; le *Rothesay Castle*, construit pour le service de la Clyde, a fait pendant plusieurs années la dure traversée d'Arran à Ardrossan. On peut donc estimer que le seul danger à redouter véritablement est celui des collisions; le remède est dans l'établissement judicieux des cloisons étanches destinées à limiter les conséquences d'un accident de ce genre; mais ces cloisons multipliées sont difficiles à concilier avec l'arrangement des cabines, à moins que celles-ci ne soient plus ou moins complètement sur le pont, ce qui est assurément la meilleure solution, lorsqu'on n'est pas gêné par la hauteur.

En résumé, les points essentiels à atteindre dans un bon projet de bateau de rivière, sont : 1° une division efficace en compartiments étanches; 2° une protection contre les collisions effectuée au moyen de gardes en saillie sur la coque; et 3° une manœuvre facile du bateau et de l'appareil moteur.

A ce dernier point de vue, il est désirable que la roue du gouvernail soit au milieu du bateau, et qu'elle soit munie d'un appareil de manœuvre mécanique; il faut aussi une transmission d'ordres à la machine, plus perfectionnée que l'emploi du mousse intermédiaire ou *call boy*, qu'on ne retrouve plus du reste que sur la Tamise; sur la Clyde et la Mersey, le télégraphe d'ordres est partout en usage; le système Chadburn, employé surtout sur la seconde de ces rivières, est le meilleur, notamment lorsque les bateaux doivent aller dans les deux sens; sur chaque tambour est fixée une aiguille, que le capitaine peut diriger en avant ou en arrière, et qui par une chaîne sans fin, fait prendre la même position à une aiguille semblable placée dans la machine; un timbre résonne à chaque mouvement de l'aiguille; dès lors le mécanicien voit immédiatement le sens de la marche commandée, sans l'emploi des mots avant ou arrière, qui peuvent donner lieu à une confusion,

Il y a bien des précautions de détails qu'on pourrait recommander, par exemple l'emploi de sièges de pont pouvant flotter, et formant appareils de sauvetage, en outre des 24 bouées exigées par le *Board of Trade*.

Le rôle de l'ingénieur ou du constructeur dans ces questions est généralement secondaire; il ne fait qu'exécuter ce que demande l'armateur qui, à défaut de prescriptions absolues de la part de l'autorité, regarde à l'économie et ne fait que le strict nécessaire.

Cette communication a, comme nous l'avons dit au commencement, été suivie d'une discussion très importante, dans laquelle, tandis que quelques membres, notre collègue M. Bramwell notamment, défendaient la navigation de la Tamise où, malgré l'énorme et difficile circulation, les accidents sont extrêmement rares, d'autres faisaient l'éloge des services étrangers,

entre autres de celui des bateaux-omnibus de la Seine et des bateaux du Rhin[1]. Nous nous bornerons à citer quelques observations d'ingénieurs américains, au sujet des types de bateaux des États-Unis.

Les *Ferry-Boats* de l'Hudson et de l'East-River sont de grandes dimensions; les points d'abordage sont garnis de forts pieux placés en files formant un V; les bateaux ont leurs extrémités semi-circulaires et sont guidés naturellement par les pieux, dès qu'ils pénètrent dans le V. La machine verticale à balancier supérieur, placée au centre du bateau, occupe très peu de place en largeur; de chaque côté sont les voies charretières; des cabines étroites placées sur les gardes reçoivent les passagers, qui entrent par une extrémité et sortent par l'autre; tout le pont est couvert, et il y a en haut, à chaque extrémité, une cabine de manœuvre dans l'une desquelles se tient le pilote suivant le sens de la marche.

Rien n'est plus curieux que de voir la facilité avec laquelle se manœuvrent de grands bateaux de 116 mètres de longueur, animés d'une vitesse de 20 milles à l'heure, sur l'Hudson, tellement sinueux par places qu'à 1,000 mètres de distance, un observateur regardant à l'avant ne peut deviner si le fleuve tourne à droite ou à gauche; ce à quoi il faut ajouter de véritables flottes de bateaux de canaux, alignés en files interminables derrière des remorqueurs.

Cette navigation a lieu aussi bien la nuit que le jour. Ce qui frappe surtout l'étranger est l'absence apparente de commandement. On n'entend aucun ordre, on n'aperçoit aucun uniforme.

Le pilote est à l'avant dans une cabine très élevée. La chambre de la machine est sur le pont, les portes en sont ouvertes, on n'y voit personne; le mécanicien est dehors, mais à portée, causant avec les passagers; au coup de timbre donné par le pilote à la machine, le mécanicien saute sur les leviers de manœuvre des soupapes, et le bateau est arrêté sans avoir parcouru plus de sa longueur.

Les ingénieurs américains attribuent en grande partie cette facilité de manœuvre à l'emploi de machines uniques, avec distribution par soupapes équilibrées mues par des cames.

Voici les dimensions principales du *Drew*, bateau faisant le service de nuit sur l'Hudson, entre New-York et Albany.

Longueur 115^{m},90; largeur de la coque 14^{m},60; largeur hors tambours 22^{m},90; creux sur quille 3^{m},25; tirant d'eau en charge 2^{m},06; diamètre des roues 12^{m},20; longueur des aubes 3^{m},50; machine à balancier supérieur à un seul cylindre de 2^{m},06 de diamètre et 4^{m},575 de course, donnant 18 tours par minute, correspondant à 18 milles à l'heure; la pression est de 3^{k},20; on brûle 1,500 kilogrammes d'anthracite à l'heure.

Le bateau comporte 200 cabines et des lits pour 1,000 personnes; il peut porter 800 tonneaux de marchandises; le nombre des gens de service est de 75 et le prix total s'élève 2,250,000 francs.

1. Voir Chronique d'avril 1880, page 506.

Le nombre des Ferry-boats de New-York est pour le North-River de 38 et pour l'East-River de 38 également, soit 76 en tout.

Les bateaux du Mississipi ont des dispositions très différentes; ainsi le *Edward Richardson*, bateau en bois, a 95m,40 de longueur, 11m,80 de large; 3m,05 de creux; tirant d'eau en charge 3m,66; tonnage 2,048 tonneaux.

Les roues ont 11m,90 de diamètre avec des aubes de 5m,35 de longueur; elles sont indépendantes et commandées chacune par un cylindre horizontal de 0m,87 de diamètre et 3m,05 de course, avec distribution par cames et soupapes, alimenté de vapeur à 12 atmosphères par 9 chaudières; les machines fonctionnent sans condensation; la cabine du pilote est à 22m,80 au-dessus de l'eau et le haut des cheminées s'élève à 36m,60 au-dessus du même niveau.

Le pont fait de chaque côté une saillie de 6m,40 sur la coque; les chaudières sont sur le premier pont et, au-dessus d'elles, il y a un salon de 73 mètres de long, sur 5m,50 de large et 5 mètres de hauteur, avec 50 cabines contenant des lits pour 225 passagers. On peut en outre charger sur les gardes 8,000 balles de coton, marchandise qui donne lieu à la plus grande partie du trafic. La présence d'une muraille presque continue de 6m,40 d'épaisseur de coton, est le meilleur préservatif contre les collisions; le danger le plus à craindre est l'incendie, aussi a-t-on une quantité de prises d'eau sur les ponts.

Les installations des passagers sont très luxueuses, bien que leur transport soit accessoire par rapport à celui du coton.

Il a été donné également au cours de la discussion quelques renseignements intéressants que nous allons reproduire, sur les poids des appareils moteurs des bateaux de la Clyde.

La machine du *Marquis of Bute*, qui donne 690 chevaux indiqués, pèse avec l'eau dans les chaudières 75,110 kilogrammes, soit 109 kilogrammes par cheval indiqué; c'est une machine à un seul cylindre, avec condenseur à injection, roues à aubes articulées et chaudière verticale type *haystack*.

La machine du *Lancelot*, deux cylindres oscillants, même chaudière, indique 690 chevaux; elle pèse 61,410 kilogrammes, soit 89 kilogrammes par cheval indiqué; celle du *Guinivere*, deux cylindres oscillants, deux chaudières du même type, indique 742 chevaux; le poids est de 86,780 kilog., soit 117 kilogrammes par cheval indiqué; la machine de l'*Elaine*, à deux cylindres oscillants et une chaudière, pèse 45,675 kilogr. pour 420 chevaux indiqués, soit 109 kilogr. par cheval. Le poids de la machine du *Lord des Iles*, dont il a été question plus haut et qui est de bien plus grande puissance, ressort à 90 kilogr. seulement par cheval indiqué. Les ingénieurs écossais attribuent la légèreté relative de ces appareils à l'emploi des *haystack boilers*, qui ont un faible poids par elles-mêmes et contiennent peu d'eau.

Utilisation comme force motrice des vapeurs autres que la vapeur d'eau. — Dans une communication faite sous ce titre à la *Société scientifique industrielle* de Marseille, notre collègue, M. D. Stapfer, rappelant l'émotion qu'avaient produite, il y a 30 ans, les théories et expériences sur très grande échelle de du Trembley, réalisant une économie de charbon de 30 à 40 pour 100, par l'emploi de la vapeur d'éther, substituée à celle de l'eau, s'est proposé de démontrer très simplement, que l'abandon de ce système a été fait à très juste titre, et que l'emploi d'un liquide dont la chaleur latente est moindre que celle de l'eau, ne présente pas l'avantage qu'on peut supposer par suite d'un raisonnement superficiel. On voit, en effet, proposer tous les jours des machines fondées sur l'emploi de liquides beaucoup plus volatils que l'eau.

M. Stapfer pose d'abord les bases économiques de l'emploi de la vapeur d'eau. Un kilogramme de houille de bonne qualité avec 10 pour 100 de perte en escarbilles, et 20 pour 100 de perte par la cheminée, donne, avec de l'eau d'alimentation à 25 degrés, 8 kilogrammes de vapeur à 6 atmosphères, avec une bonne chaudière, 7 avec une moyenne, la chaleur de transformation de l'eau en vapeur étant de 630 calories.

Les meilleures machines à vapeur transforment en travail 110 calories seulement donnant 45,000 kilogrammètres.

Ces 110 calories se décomposent comme suit :

1 kilogr de vapeur refroidi de 159° à 59° :	1 × 100 × 0,47 =	47 cal.
10 p. 100 de condensation par la détente :	0,1 × × 530 =	53 —
2 p. 100 — dans l'enveloppe :	0,02 × × 530 =	10 —
Total.		110 cal.

et il retourne au condenseur 88 pour 100 de vapeur à 59 degrés, emportant dans l'eau évacuée 520 calories. On n'utilise donc que 17 1/2 p. 100.

Si l'utilisation était proportionnelle à la différence des températures extrêmes, et que toute vapeur détendue entre 159 degrés et 59 degrés dût donner de même 110 calories transformées en travail par kilogramme, il y aurait intérêt à prendre le liquide qui absorberait le moins de chaleur pour se transformer en vapeur à 159 degrés; ainsi un hydrocarbure dont la chaleur latente ne serait que 60 calories ne renverrait au condenseur que 50 calories au lieu de 529, et il semble qu'on réaliserait ainsi une économie de plus de 50 pour 100 sur la vapeur d'eau.

Mais il faut tenir compte de la densité des vapeurs, et pour cela il faut multiplier les chaleurs latentes par la densité des vapeurs ramenées à la même température; on trouve alors un chiffre qui est sensiblement constant, sauf les incertitudes résultant d'expériences peu précises.

Ainsi, le chloroforme bout à 60 degrés; sa chaleur latente est de 90 calories, la densité de sa vapeur à 1 atmosphère est 4.2; si on introduit un

litre de cette vapeur dans un cylindre à 150 degrés, et qu'on la détende dix fois, le volume final de 10 litres pèsera 12 grammes, la pression initiale étant 10 atmosphères, la pression finale 1 et la moyenne 3.30.

Avec la vapeur d'eau, on aura, pression initiale 5 atmosphères, finale 0.50, moyenne 1.65, le volume final sera 20 litres pesant 6 grammes.

La perte au condenseur sera :

Chloroforme. . . . . 0.012 × 90 = 3.8 calories.
Eau. . . . . 0.006 × 600 = 3.6 —

Il n'y a donc aucune économie dans l'emploi du chloroforme.

La machine combinée du Trembley était une véritable machine Compound, composée d'un cylindre à vapeur d'eau fonctionnant entre 3 et 1.5 kilogrammes, avec 0k,800 de contre-pression, soit une pression moyenne motrice de 1.5 kilogr., ou 1,500 kilogr. sur 1,000 centimètres carrés; d'un réservoir formant condenseur pour la vapeur d'eau, avec faisceau tubulaire servant à vaporiser l'éther, d'un cylindre à vapeur d'éther 1 1/2 fois plus grand que le premier, fonctionnant entre 2.5 et 1.5 kilogr., avec 0k,800 de contre-pression, soit une pression moyenne motrice de 1 kilogr. par centimètre carré, et 1,500 kilogr. pour 1,500 centimètres carrés de surface de piston, enfin, d'un condenseur à surface pour l'éther.

Il y a là tous les éléments de la machine Compound actuelle, si on supprime le vaporisateur d'éther, et qu'on envoie la vapeur d'échappement du premier cylindre dans le second dont la capacité aura été augmentée de manière à avoir trois fois le volume du premier.

Le travail du premier cylindre sera le même que celui de la machine du Trembley; le second cylindre fonctionnera entre 0k,80 et 0k,40 avec une contre-pression de 0k,15, voit une pression moyenne motrice de 0k,50 par centimètre carré ou 1.500 kilogrammes sur 3,000 centimètres carrés. L'économie de 50 °/₀ des machines du Trembley est obtenue ainsi bien plus simplement qu'avec l'emploi dangereux et coûteux de l'éther.

M. Stapfer termine cet exposé en rappelant que du Trembley a réellement posé les bases des machines actuelles par l'emploi du condenseur à surface et du réservoir intermédiaire. Nous étions arrivés aux mêmes conclusions par un raisonnement analogue dans un mémoire publié dans les *Bulletins de la Société* de 1873, page 847, et nous disions qu'il serait injuste d'oublier que les machines à vapeur combinées ont rendu un important service en familiarisant les esprits avec l'usage des condenseurs à surface, on sait que la plupart des machines de ce genre ont, après la suppression de l'éther, fonctionné à la vapeur d'eau seule avec emploi des condenseurs et vaporisateurs à éther comme condenseurs à surface, et on peut ajouter que, sans le faible rapport des volumes des cylindres, on en eût fait de véritables machines Compound, comme les machines actuelles.

Matériel roulant des chemins de fer allemands. — Le matériel roulant des chemins de fer allemands comprenait au 1er avril

1880, pour une longueur exploitée de 33,460 kilomètres: 10,848 locomotives dont 4,080 pour voyageurs, 5,104 pour marchandises, et 1,664 machines de gare ou machines-tenders, le tout comprenant 24,852 essieux; ce qui fait en moyenne 2.29 essieux par locomotive, impliquant par conséquent l'existence d'une certaine proportion de machines à deux essieux; le chiffre des locomotives correspond à 0.32 machine par kilomètre exploité; 19,824 voitures à voyageurs, avec 45,144 essieux; soit 1.35 essieu par kilomètre; 4,917 fourgons à bagages, avec 11,264 essieux; soit 0.34 essieu par kilomètre; 68,254 wagons couverts, avec 139,395 essieux; soit 4.17 essieux par kilomètre; 5,139 wagons à bestiaux ou écuries, avec 10,966 essieux, ou 0,33 essieu par kilomètre; 138,649 wagons découverts, avec 281,438 essieux, ou 8.41 essieux par kilomètre; le total des wagons est de 431,799, soit 12.90 essieux par kilomètre. Quant à la répartition par lignes on peut citer comme présentant le maximum : pour les machines le Main-Neckar et le Berg-Marches, avec 0.60 et 0.59 machine par kilomètre; pour les voitures à voyageurs, le Main-Neckar et l'ancienne ligne Berlin-Potsdam-Magdebourg, avec 4.51 et 3.40 essieux par kilomètre; pour les fourgons à bagages, le Berlin-Potsdam-Magdebourg et le Main-Neckar, avec 0.80 et 0.75 essieu; enfin, pour les wagons de marchandises de toute sorte, le Berg-Marches et le Cologne-Minden, avec 30.26 et 29.68 essieux par kilomètre.

(*Annalen für Gewerbe and Bauwesen*).

Exploitation du pétrole en Gallicie. — Les gisements de pétrole les plus anciennement exploités de Gallicie sont ceux de Kleczany; mais ce ne fut qu'en 1858 que l'extraction fut installée sur une grande échelle par MM. de Brunicki et Zielinski. On y introduit également le raffinage de l'huile brute, et son emploi dès 1859 par plusieurs chemins de fer autrichiens entre autres le Staatsbahn fit connaître le nouveau produit et augmenter rapidement sa consommation.

Les premiers puits n'avaient que 6 à 20 mètres de profondeur, mais plus récemment on a dû creuser des puits allant jusqu'à 150 mètres et plus; dans le plus au sud des trois districts de Kleczany, se trouvent neuf puits situés à très peu de distance, 100 à 160 mètres les uns des autres. La disposition tout à fait horizontale des couches de pétrole, fait que ce rapprochement est sans influence sur le débit relatif des puits.

Les gisements sont limités au nord par le redressement des couches, et c'est au sud-ouest que paraît être le champ le plus fécond pour de nouvelles explorations.

La nature de l'huile n'est pas partout la même; ainsi, dans les districts du nord, on retire une huile épaisse, marquant 30 à 40 degrés, de couleur vert foncé, ne contenant pas de paraffine, tandis qu'à très peu de distance plus au sud on obtient une huile très fluide, de couleur jaune clair et très riche en paraffine; on trouve également dans quelques puits de la cire minérale jaune et très dure.

Les trous de sonde donnent également du gaz, mais la distance ne permet pas de l'employer pour chauffage ou éclairage.

Il y a deux couches d'huile, la première a 80 à 100 mètres de profondeur, la seconde a 180 à 200 mètres; l'exécution d'un sondage à 200 mètres demande généralement de 2 à 3 mois.

(*Wochenschrift des Vereines Deutscher Ingenieure*).

Pont sur le Nerbudda. — 16 mai de cette année, a été livré à la circulation un des plus grands ponts des chemins de fer de l'Inde anglaise et probablement du monde entier; c'est le pont sur le Nerbudda, à Broch, exécuté sur les plans de sir John Hawkshaw pour le Bombay, Baroda Central-Railway.

Le fleuve a 1,600 mètres de largeur à cet endroit. Il y a vingt ans, la Compagnie du chemin de fer avait établi un pont qui était périodiquement endommagé par les crues de la saison des pluies; il y a cinq ans, 25 des 69 travées de ce pont ont été enlevées; on résolut de construire un nouveau pont; les travaux ont demandé trois ans et demi. Le pont a 1,430 mètres de longueur, et il a coûté 8,300,000 francs, somme qui a pu être prise sur les produits de l'exploitation après prélèvement des charges.

Le Nerbudda est le premier parmi les fleuves sacrés de l'Inde, et on dit que si, pour les purifications religieuses, il faut se baigner 7 fois dans le Jumna, 3 fois dans le Saraswati et une fois dans le Gange, la vue seule du Nerbudda suffit pour produire le même résultat.

On pourrait supposer d'après cela que les populations indigènes verraient avec quelque émotion construire des piles de pont dans le lit de ces cours d'eau vénérés; il n'en est rien, et, au contraire, l'ouvrage lui-même prend à leur yeux le même caractère sacré que le fleuve. (*Iron*).

Nouveau procédé de reproduction des dessins par la lumière. — Le *journal of the Franklin Institute* reproduit, d'après les *Photographic News*, la description du procédé suivant dû au capitaine Pizzighelli pour la reproduction par la lumière de dessins avec traits bleus foncés sur fond blanc.

On fait une solution de gomme arabique dans l'eau (5 d'eau, 1 de gomme) et on en mélange 30 parties avec 8 d'une solution aqueuse de citrate de fer ammoniacal (2 d'eau et 1 de sel double); on ajoute au mélange 5 parties en volume d'une dissolution de 1 de perchlorure de fer dans 2 d'eau.

Le mélange est d'abord limpide, mais il s'épaissit promptement et il faut l'employer rapidement. On l'applique à la brosse sur le papier et on sèche à l'abri de la lumière.

Après l'exposition à la lumière sous le dessin à reproduire, on développe au moyen d'une dissolution de cyanoferrure de potassium 1 pour 5 parties d'eau, appliquée à la brosse et le dessin apparaît en bleu foncé. On lave à grande eau et on met l'épreuve dans un bassin avec de l'acide chlorhy-

drique étendu de 10 fois son volume d'eau. On lave de nouveau et on sèche. Les traits sont très nets sur un fond parfaitement blanc.

Le principe de ce procédé est dans la formation par la gomme arabique et les sels de fer d'une combinaison presque insoluble qui couvre le papier comme un vernis; les pores du papier ne reçoivent donc la matière colorante que là où il doit y avoir des traits. Le bain d'acide chlorhydrique a pour but d'enlever la pellicule de gomme et de mettre à nu l'épreuve positive en bleu qui est derrière.

Tramways de Blackburn. — Les tramways de Blackburn, récemment mis en service, sont intéressants en ce qu'ils constituent la première ligne construite en Angleterre pour être entièrement exploitée avec des locomotives. La longueur actuelle est de 6,5 kilomètres.

La voie a $1^m,22$ d'écartement, elle est établie dans le système Barker, employé déjà à Manchester, consistant en rails de 20 kilog. de forme spéciale portés par des supports longitudinaux et presque continus en fonte; chacun de ces supports pèse 52 kilog.; chaque support est réuni au rail par quatre clavettes traversant les deux pièces; tous les $1^m,38$, les supports des deux files sont reliés entre eux par des entretoises en fer plat placées à plat au-dessous du pavage. On obtient par ce système une très bonne voie.

Les machines ont été construites par MM. Kitson et Cie à Leeds, qui font du reste la traction à raison de 43 fr. 75 par machine et par jour. Ce sont des machines de 5 tonnes, à cylindres de $0^m,170$ de diamètre et $0^m,305$ de course avec quatre roues accouplées de $0^m,735$ et $1^m,370$ d'écartement d'essieux.

La vitesse maxima est fixée par le *Board of Trade* à 16 kilomètres et il y a un régulateur avec frein qui limite automatiquement cette vitesse. Il y a un frein à vapeur qui permet au mécanicien d'agir par une pédale sur les freins de la machine et de la voiture. La machine a un condenseur et est entourée d'une cage vitrée sur les côtés, mais ouverte aux deux extrémités.

Les voitures ont été construites par la maison Ashbury de Manchester, d'après le système Eade. Une particularité est que les caisses peuvent être tournées bout pour bout sur le train. Il y a une impériale avec un écran vitré à l'avant, plate-forme a l'arrière d'où part un large escalier et plate-forme plus petite à l'avant. La caisse proprement dite a $4^m,42$ de longueur, la longueur totale de la voiture est de $6^m,40$. Les roues ont $0^m,72$ de diamètre et les essieux sont écartés de $1^m,64$. L'attelage se fait à $0^m,494$ au-dessus du rail. Chaque voiture porte 20 voyageurs à l'intérieur et 26 à l'extérieur (plate-forme et impériale). (*Engeneering.*)

COMPTES RENDUS

ACADÉMIE DES SCIENCES.

Séance du 23 mai 1881.

Note de M. DECHARME sur un **Baromètre** fondé sur l'équivalence de la chaleur et de la pression sur le volume d'un gaz. — Le volume d'un gaz placé dans des conditions déterminées peut être réduit d'une même quantité, soit en augmentant sa pression, soit en abaissant sa température. De même, son volume peut-être augmenté par diminution de pression ou par élévation de température. Il doit donc y avoir une température capable de produire sur cette masse gazeuse, le même changement de volume qu'une pression donnée pourrait y déterminer et réciproquement.

L'instrument se compose d'un thermomètre à air, destiné à faire connaître les volumes du gaz correspondant aux températures observées. Si V_0 est le volume d'air à la température 0° et à la pression H_0, ce volume pris pour unité étant déterminé expérimentalement, on calcule avec cette donnée les volumes du gaz aux diverses pressions H et les températures équivalentes au moyen de la relation d'équivalence $V_0 \frac{H_0}{H} = V_0 (1 + \alpha t)$, d'où $t = \frac{H_0 - H}{H \alpha}$.

On obtient ainsi un tableau numérique qui sert à tracer graphiquement une courbe à l'aide des groupes de valeurs de H et de t.

On obtient d'une manière analogue une série de courbes relatives aux diverses températures qui forment un tableau graphique.

Pour trouver la pression atmosphérique, il suffit dès lors de lire sur le thermomètre ordinaire la température, et sur le thermomètre à air le volume du gaz dans les conditions actuelles. On suit alors sur le tableau graphique, la courbe qui correspond à la température observée jusqu'à sa rencontre avec l'horizontale portant le chiffre du volume lu sur le thermomètre à air; la pression cherchée se trouve sur la verticale passant par ce point et à sa rencontre avec l'échelle des pressions. Exemple : si $t = 10°$ et $V = 1{,}06$, on trouve $H = 743^{mm},7$.

Quant à la correction relative à l'altitude, c'est-à-dire la mise au point du variable, on l'obtient très simplement en faisant passer l'axe des tempéra-

tures par le point qui correspond à la pression moyenne du lieu, pression donnée par la connaissance de l'altitude.

Cet appareil peut devenir un instrument de précision si l'on trace les courbes, de 2 degrés en 2 degrés, sur une échelle convenable.

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

AVRIL 1881.

Rapport de M. A. GIRARD sur les procédés de M. GALLOIS, pour le **Lavage des pulpes et des écumes de sucreries.** — Les progrès à accomplir dans l'industrie sucrière sont relatifs, les uns, à la production de betteraves riches et d'un grand rendement en poids à l'hectare, les autres, à l'extraction et au traitement des jus sucrés; parmi ceux-ci il convient de citer les procédés de lavage des pulpes et des écumes de M. Gallois, fabricant de sucre à Francières (Oise).

Un de ces procédés consiste en ce que l'élimination du sucre contenu dans le pressoir est plus facile en diluant celui-ci sous la presse, qu'en le diluant sous la râpe. M. Gallois réduit à 10 ou 15 pour 100 l'arrosage de la betterave au moment du râpage, se réservant de faire agir le surplus par rapport à la manière ordinaire, soit 10 pour 100 à peu près sur la pulpe à moitié pressée déjà, au moment où elle quitte la presse préparatoire.

Le lavage des écumes est encore plus intéressant, car il s'adresse à la sucrerie tout entière.

Le procédé consiste à limiter à quelques minutes l'envoi des écumes normales au filtre-presse, pour, au bout de ce temps, les diluer à l'aide d'une quantité d'eau déterminée, et n'envoyer l'eau pure chargée du dernier lavage qu'à la fin même du travail. C'est en réalité, un lavage méthodique exécuté dans le filtre-presse et sous pression.

Ce procédé de lavage des écumes qui s'effectue à l'aide d'un appareil fort simple, consistant en une disposition de robinet, est appliqué dès à présent dans plus de cent-vingt sucreries, et permet de récupérer $2^{k},500$ de sucre par 100 kilogrammes d'écumes pressées, soit $0^{k},250$ par 100 kilogrammes de betteraves mises en travail. On peut estimer qu'appliqué à l'ensemble des sucreries françaises, ce procédé donnerait pour une campagne de 400 mille tonnes de sucre une augmentation de production de 15 millions de kilogrammes.

Rapport de M. le comte Du Moncel, sur le **Système de remise à l'heure des horloges publiques**, de M. Fenon.

Rapport de M. H. Dufresne, sur les **Procédés de fabrication des cuirs gaufrés décoratifs** de M. Charton.

Éloge biographique de M. Darblay aîné, par M. J.-A. Barral.

Note de M. Ch. Bourdon, sur le **Traitement des vignes phylloxerées, par insufflation de vapeur de sulfure de carbone.** — L'auteur s'est proposé de remplacer le traitement des vignes phylloxerées, par le sulfure de carbone, injecté au pal ou à l'aide des procédés actuels, par une opération simple, permettant de traiter en une seule fois une surface étendue, avec peu de main-d'œuvre, une durée aussi longue qu'il est nécessaire, et un renouvellement facile en toute saison.

Le procédé consiste en une insufflation des vapeurs de sulfure de carbone diluées dans l'air, au moyen d'un drainage formés par des canalisations étanches et des drains latéraux; 100 mètres de gros drains et 2,300 mètres de petits suffisent par hectare, ce qui entraîne, y compris l'installation, une dépense de 1,000 francs au plus.

Il faut pouvoir injecter par hectare 600 mètres cubes d'air par 24 heures avec 1 kilogramme de vapeur de sulfure de carbone pour 30 mètres cubes d'air. L'appareil d'insufflation consiste en un compteur à gaz mû par un moteur à poids; les dimensions sont $0^m,900$ de diamètre, $0^m,700$ de largeur et un poids moteur de 900 kilogrammes, tombant de $3^m,30$ en 12 heures.

L'auteur indique que ce procédé expérimenté dans le département de Saône-et-Loire a eu un succès complet; l'essai a eu lieu sur 364 mètres carrés, avec 8 kilogrammes de sulfure de carbone, soit 22 grammes par mètre carré, dilué à raison de 1 kilogramme pour 53 mètres cubes d'air. Le volume de gaz toxique était ainsi 184 fois plus grand que si on avait injecté le sulfure liquide.

L'**agriculture** des États-Unis et du Canada, par M. Arthur Brandin (*suite*).

ANNALES DES PONTS ET CHAUSSÉES

MAI 1881.

Étude sur la Méditerranée, par M. Vigan, ingénieur en chef des ponts et chaussées. — Ce travail comprend diverses études et

expériences, faites pour déterminer la cote du niveau moyen de la Méditerranée par rapport au plan de comparaison du nivellement général de la France.

Le mémoire comprend quatre parties : 1° les marées; 2° les deux théories du courant littoral; 3° la salure des eaux au large et le long du littoral; 4° le niveau moyen.

L'auteur ayant constaté que les observations faites dans le département des Alpes-Maritimes, en vue de la détermination de la cote du niveau moyen de la Méditerranée, assignent à ce niveau une position inférieure de $0^m,10$, $0^m,20$, $0^m,25$ et même davantage à celle qu'il occupe dans les ports du golfe de Lyon, conclut que cette différence n'est due ni à l'effet des coups de vents de la mauvaise saison, ni à l'influence des marées, ou des courants, ou à la différence du degré de salure, et qu'il semble qu'on peut admettre que le nivellement général de la France, tout en constituant une œuvre fort remarquable, ne comporte pas le degré de précision qu'on lui attribue, et que les différences auxquelles il conduit pour les altitudes du niveau moyen de la Méditerranée, dans les divers ports du littoral français, ne doivent pas être régardées comme l'expression de la vérité[1].

Note sur **l'Appareil hydraulique des portes d'écluses** du bassin à flot de Bordeaux, par M. Boutan, ingénieur des ponts et chaussées.— Il y a au bassin à flot de Bordeaux, deux écluses parallèles, l'une de 22 mètres d'ouverture, avec deux portes d'èbe et une porte de flot, et l'autre de 14 mètres, avec une porte de flot et trois portes d'èbe.

Les appareils qui servent à faire manœuvrer ces portes sont actionnés par l'eau sous pression; c'est la première application qu'on ait réalisée en France d'un système déjà employé depuis longtemps à l'étranger; de plus, les détails du mécanisme sont nouveaux.

L'appareil de manœuvre d'une porte se compose de : 1° l'appareil moteur; 2° la transmission; 3° le régulateur.

L'appareil moteur se compose de deux pistons plongeurs, pénétrant chacun dans un corps de pompe, les têtes des plongeurs sont réunies par un châssis, qui porte des poulies en fonte de $0^m,70$ de diamètre. Aux bouts des corps de pompes opposés aux plongeurs sont des poulies semblables; une chaîne passe sur les poulies pour commander chaque ventail de la porte; le régulateur consiste en un contrepoids suspendu à la partie horizontale de la chaîne, dans le circuit parcouru par le troisième brin.

Lorsque le contrepoids, pendant le mouvement, est détaché de son appui, la longueur horizontale développée entre les deux extrémités du troisième brin, augmente ou diminue du double de la variation de hauteur

1. La commission des *Annales* a cru devoir indiquer qu'elle n'admet que sous toutes réserves les conclusions de l'auteur, conclusions qui n'expriment qu'une opinion personnelle, dont la commission ne garantit pas l'exactitude.

du contrepoids, sans que la tension soit modifiée; et lorsque le contrepoids revient au bas de sa course où il repose sur un appui, le troisième brin cesse d'agir et sa tension devient nulle.

L'appareil fonctionne depuis le mois d'octobre 1879. Il fonctionne bien; toutefois en présence de la nature vaseuse des eaux, il est bon de conseiller aux ingénieurs, qui auraient des applications de ce système à faire à des portes d'écluses, dans des conditions analogues, d'augmenter autant que possible la profondeur des enclaves, pour que la présence des vases ne s'oppose pas à l'ouverture complète des ventaux, et ne paralyse pas ainsi l'action du contrepoids qui est une précieuse garantie de la régularité des mouvements et de l'égalité de travail des chaînes.

Bulletin des **Accidents arrivés dans l'emploi des appareils à vapeur**, pendant l'année 1879. — Ces accidents sont au nombre de 35, ayant causé la mort de 35 personnes et occasionné des blessures à 52.

Ils se répartissent comme suit quant à la nature des appareils. Chaudières à foyer extérieur, 12; chaudières à foyer intérieur, 19; récipients, 3, et appareils accesssoires, 1; et quant à leur cause : conditions défectueuses d'établissement, 6; conditions défectueuses d'entretien, 11; mauvais emploi des appareils, 18, et causes restées inconnues ou incomplètement déterminées, 3.

Il est bon de faire observer à ce sujet, que si le nombre des causes est dans certains cas supérieur à celui des accidents, c'est parce que le même accident a été quelquefois attribué à plusieurs causes réunies.

COMPTES RENDUS MENSUELS DES RÉUNIONS DE LA SOCIÉTÉ DE L'INDUSTRIE MINÉRALE

RÉUNION DE SAINT-ÉTIENNE, 2 AVRIL 1881.

Communication de M. MACABIES, sur une **Machine à vapeur à détente variable**, système Thiollier et Macabies. — Cette machine est du type horizontal, avec un cylindre à enveloppe de vapeur provenant directement de la chaudière, et évacuation de l'eau condensée par un purgeur automatique.

La distribution se fait par quatre distributeurs plans à double orifice, deux pour l'admission, deux pour l'échappement. Un seul excentrique commande les quatre appareils, ceux d'échappement directement et ceux d'admission par l'intermédiaire d'un déclanchement par buttoirs, commandés par le régulateur, le rappel des distributeurs se faisant par la pression de la vapeur sur la section des tiges.

Des expériences faites sur une machine de ce type fonctionnant chez M. Ferraton fils, à Saint-Chamond, machine dont le cylindre à $0^{m},550$ de diamètre et $1^{m},100$ de course, et faisant 52 tours par minute, ont donné dans un cas, avec marche partielle de l'usine pour 64.75 chevaux indiqués, $6^{k},57$ d'eau et $0^{k},735$ de combustible par cheval indiqué, et dans un autre, avec l'usine marchant tout entière, pour 83 chevaux, $7^{k},2$ d'eau et $0^{k},927$ de combustible par cheval indiqué.

Communication de M. Pourcel, sur les réactions au Bessemer basique.

Communication de M. Buisson, sur **l'Utilisation des gaz des fours à coke**, pour le chauffage des chaudières à vapeur. — Les gaz produits dans la carbonisation aux fours à coke de Mons, construits près du puits Verpilleux, après avoir servi à chauffer les parois et la sole des fours, descendent dans une galerie, qui les conduit à une cheminée servant pour 50 fours.

Lorsque les gaz doivent servir au chauffage des chaudières, un registre intercepte la galerie avant la cheminée, et les gaz sont envoyés sous les chaudières, d'où ils regagnent la même cheminée par une galerie de retour.

Si, au contraire, on veut chauffer directement les chaudières, le registre étant levé, les ouvertures par lesquelles les gaz débouchent sous les chaudières sont fermées à l'aide d'un vaste bassin rempli d'eau qui forme alors la sole du cendrier, et dans lequel tombent les crasses.

On a constaté que la chaleur des gaz fournis par 25 fours peut vaporiser en 24 heures, à 5 atmosphères, 35,628 litres d'eau ou 1,484 litres à l'heure.

Cette production correspond à $21^{k},2$ par mètre carré de surface de chauffe et par heure, et permet d'alimenter une machine développant 83,5 chevaux, soit 3,26 chevaux par four à coke et par heure.

On a eu beaucoup de difficultés avec le registre dont le cadre en fer rougissait et se détruisait rapidement sous l'action de la température très élevée. On a essayé de le faire creux avec circulation d'eau, mais l'eau impure dont on s'est servi déposait du tartre qui, empêchant le refroidissement du métal, amenait sa destruction. On espère réussir avec de l'eau pure.

M. Laur indique un fait curieux qui s'est produit au sondage de Montrond. Le trépan ordinaire dont on se servait a acquis un degré d'aimantation que l'on constate en projetant sur lui de la limaille de fer. Cette aimantation a amené une adhérence assez grande entre le trépan engagé dans la coulisse et celle-ci pour empêcher le fonctionnement régulier de la coulisse. On a dû avoir recours à l'emploi d'un système de trépan fonctionnant sans coulisse.

DISTRICT DE BOURGOGNE, RÉUNION DU 20 MARS 1881, A AUTUN.

Communication de M. FRANÇOIS sur le creusement des galeries par la **bossoyeuse Dubois et François**.

Cet appareil a pour but de supprimer entièrement le travail à la poudre, c'est un perforateur Dubois et François dont le cylindre a 0m,12 de diamètre; il peut fonctionner à la manière ordinaire pour faire des trous, ou bien on perce deux trous qui doivent limiter la grandeur d'une rainure et en faisant voyager le fleuret entre ces deux trous, on obtient une rainure; on fait ensuite sauter la roche avec des coins. On procède d'une manière analogue dans les galeries où on peut employer la poudre sans danger.

L'appareil offre en résumé les avantages suivants :

1° Possibilité de faire des galeries au rocher dans les quartiers où on redoute la présence du grisou, avec un prix de revient d'avancement très réduit;

2° Dans les avancements où on ne peut employer la poudre, réalisation d'une grande économie sur les explosifs, l'efficacité des mines étant augmentée considérablement par le havage mécanique.

3° Un seul perforateur très solide étant en service, les frais d'entretien qui découlent de la perforation proprement dite sont très réduits.

Communication de M. MATHET sur la **transmission des forces par l'électricité**.

L'application de l'électricité a été faite à Blanzy au puits Saint-Claude, pour la commande d'un ventilateur à 500 mètres de profondeur et au fond d'une galerie de 400 mètres. Ce ventilateur a 0m,80 de diamètre et 0m,30 de largeur, il fait 800 tours par minute et est mû directement par une machine Gramm recevant le courant électrique d'une seconde machine Gramm placée au jour. Cette dernière faisant 1,200 tours est actionnée par une locomobile de 8 à 10 chevaux.

Le fil conducteur est composé de 7 fils en cuivre n° 6 de 11/10 de millim. tressés et enveloppés de gutta-percha qui, elle-même, est protégée par une tresse en coton goudronné. Le fil de retour est actuellement un câble de fil de fer formé de 3 torons de fils n° 14.

Dès la mise en marche les résultats furent excellents.

La force motrice développée par la machine du jour est de 2 1/2 chevaux et le rendement de celle du fond est d'au moins 60 pour 100.

La dépense de l'installation s'est élevée à 4,244 fr. 25, dont 3,000 pour les deux machines Gramm. M. Mathet estime que, si au lieu de l'électricité on avait employé l'air comprimé, la dépense se fût élevée à 14,770 francs, dont 8,700 pour le compresseur Sautter et Lemonnier et 4,700 pour la conduite d'air comprimé.

Il ajoute que, si l'on remarque que la force développée par la locomobile

pour faire mouvoir le compresseur eût été au moins trois fois celle exigée par la machine Gramm, on peut en conclure que les frais de combustible, de graissage, etc., seraient aussi trois fois plus considérables.

Communication de M. Roche sur les **fossiles du terrain permien d'Autun**.

Communication de M. Graillot sur la **pompe Roux**.

Cette pompe, due à M. Roux, ingénieur au Creuzot, est employée au puits Lucy, à Blanzy, pour ramener, au moyen d'une machine à colonne d'eau, des eaux d'un étage à un autre.

La pompe se compose :

1° De deux plongeurs horizontaux en bronze séparés par un piston d'un diamètre plus grand; c'est sur l'anneau représenté par la différence de section qu'agit l'eau motrice.

2° D'un premier piston distributeur faisant arriver l'eau motrice sur l'une ou l'autre face de l'anneau moteur.

3° D'un deuxième piston distributeur de petit diamètre, qui n'a pour fonction que de donner l'eau pour faire mouvoir le premier piston distributeur.

De simples canaux communiquant aux points voulus du piston moteur produisent le renversement de la position du petit piston, suivie immédiatement de la mise en mouvement du gros piston distributeur et, par suite, du piston moteur. L'ensemble des trois pistons constitue la pompe entière, il n'y a en plus que les soupapes d'aspiration et de refoulement des pompes proprement dites. Il n'y a au dehors aucune pièce mobile. La vitesse peut varier de 3 à 50 coups doubles par minute. Le rendement a été trouvé de 0,63.

DISTRICT DU SUD-EST, 3 avril 1881.

Communication de M. Murgue sur le **Ventilateur Guibal** de Comberedonde.

Ce ventilateur a 9 mètres de diamètre et 2 de large, l'orifice de la base de la cheminée a $0^m,80$ sur $2^m,10$. La roue mobile est en porte-à-faux sur un large palier, ce qui simplifie la construction par la suppression du palier situé habituellement dans l'ouïe du ventilateur. Le moteur est une machine à vapeur à deux cylindres renversés et inclinés à 45°.

On a fait un certain nombre d'expériences pour constater le rendement de ce ventilateur, le débit étant observé à l'aide d'un anémomètre Combes, la dépression à l'aide d'une lunette de niveau permettant d'apprécier le 1/10 de millimètre et le travail moteur avec un indicateur Richard. On a trouvé que le rendement à la vitesse normale de 45 tours est assez exac-

tement de 59 pour 100, chiffre qu'on peut considérer comme très élevé par rapport aux résultats obtenus dans des expériences analogues, soit en France, soit en Belgique.

Communication de M. Bessard sur les **tranports par locomotives dans les mines.**

Il s'agit ici des transports exécutés par locomotives dans les galeries des mines de Cessous et Comberedonde; ces machines fonctionnent depuis dix ans et sont décrites dans les *Annales des Mines*, 1874.

Le prix de la tonne kilométrique calculé d'après la moyenne des cinq dernières années se décompose ainsi :

Locomotives.	0,03359
Entretien de la voie.	0,01418
Entretien des wagons.	0,00649
Total.	0,05426

Le tonnage moyen transporté par an est de 108,648 tonnes et le parcours moyen de 4,627 mètres presque entièrement en tunnel. La pente est en faveur de la charge et de 4 millièmes en moyenne.

Communication de M. Lombard sur la **lampe Birckel.**

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ALLEMANDS.

5e *livraison de* 1881.

Turbine Girard, par M. Bernard Lehmann, ingénieur à Erfurt.

Tracé des distributions de vapeur, par M. Stein, ingénieur à Berlin.

Moulin broyeur à cylindres, système Schranz, par M. Ch. Ficus, à Limburg-sur-Lahne.

Extraction du charbon au puits König de la mine de Neunkirchen, par M. Herm. Wild.

Étude sur le pyromètre à graphite, par M. Beckert (*suite*).

Résultats d'essais d'un procédé pour éviter les inconvénients des fumées d'usines, par M. Hasenclever, à Aix-la-Chapelle.

Recherches sur la puissance absorbée dans le laminage du fer et de l'acier, par M. F. Braune, à Burbach.

Mode de fixation des bandages, système Bork, par M. Bork, ingénieur du matériel du chemin de fer de Thuringe à Erfurt.

Constructions diverses en fer.

Le nouveau pont du Douro à Porto.
Passerelle à piétons de Passy à Paris.
Le viaduc du Solway.
Pont sur l'Elbe à Lauenburg.
Pont sur le Forth.
Recherches de Wöhler sur le calcul des ponts métalliques.
Circulation de l'eau dans les chaudières à vapeur.
Sur les progrès réalisés dans les dispositions mécaniques des aciéries Bessemer.
Sur un nouveau dynamomètre de transmission.

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ET ARCHITECTES D'AUTRICHE.

N° 2. — 1881.

Installations du percement de l'Arlberg, par M. G. Plate, inspecteur de la Direction pour la construction des chemins de fer de l'État.

Sur la **Construction des théâtres**, par M. Hermann Helmer, architecte.

Recherches sur l'**effet utile des moteurs**, par M. le professeur Schindler.

Appareil de **manœuvre d'aiguilles à distance** de la station de Holzleithen du Salzkammergutbahn, par M. Oscar Walzel, ingénieur au Kronprinz Rudolf-bahn.

Le Secrétaire-Rédacteur,
A. MALLET.

TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES

CONTENUES

DANS LE PREMIER VOLUME 1881.

Acier (l'), *son histoire, sa fabrication, ses propriétés et ses usages*, par J.-S. JEANS. Analyse, par M. Ferdinand Gautier. 77

Appareils de choc et de traction des véhicules de chemin de fer, par M. Rey (séance du 7 janvier). . . . . 144 et 289

Associations des propriétaires d'appareils à vapeur (Note sur les), par M. Jourdain (séance du 20 mai). . . . . 505 et 555

Barrage d'Orédon, par M. Carrié (séance du 1er avril). . . . . 429 et 491

Bassin houiller du Pas-de-Calais (Analyse de l'ouvrage de M. Émile Vuillemin, sur le), par M. Brüll (séance du 18 mars). . . . . 301 et 326

Becs intensifs (*Nouveaux*), par M. Cornuault (séance du 21 janvier). . . 151

Canal entre la mer Noire et la mer Caspienne, par M. Poliakoff (séance du 4 mars). . . . . 310 et 314

Chemin de fer du Righi, *souterrain du mont Cenis* et **chemin de fer du Saint-Gothard**, par M. Deharme (séance du 21 janvier). . 146 et 188

Chroniques des mois de janvier, février, mars, avril, mai et juin, par M. Mallet. . . . . 165, 245, 353, 464, 563 et 661

Comptes rendus des mois de janvier, février, mars, avril, mai et juin, par M. Mallet. . . . . 175, 259, 367, 478, 578 et 671

Congés *tenus à Alger par l'Association française pour l'avancement des sciences*, par M. Richard (séance du 3 juin). 637

Coupe géologique du Saint-Gothard, par M. Loustau (séance du 21 janvier). . . . . 148 et 223

Décès de MM. Alby, Chateau, Penaud, Vallez, Cournerie, Ménier, Nabielak, Pelouze, Bouvet, Fievet, Hamoir, Leneveu, Monnot, Meiner et Demimuid (séances des 21 janvier, 4 et 18 février, 18 mars, 22 avril, 20 mai et 17 juin). . . . . 146, 228, 239, 326, 447, 555, 629 et 649

Décorations :

LÉGION D'HONNEUR.

Chevaliers : MM. Feray, Deghilage et Morandiere (Édouard).

Ordres étrangers.

Charles III : Chevalier, M. Lopez Bustamante.

Isabelle la Catholique, commandeurs : MM. Vial, Diard et Claudin (Ferdinand).

François-Joseph, chevalier : M. Husquin de Rhéville.

Léopold de Belgique, chevaliers : MM. Renard (Lucien) et Cabany.

(Séances des 21 janvier, 18 mars, 1er et 22 avril, et 17 juin), pages. . . . . 146, 326, 447, 427 et 649

Discours *de MM. Gottschalk et Henri Mathieu* (séance du 7 janvier). . . . 112

Eaux des égouts à Paris, par MM. Dallot et Durand-Claye (séance des 4 et 18 mars et 1er avril). . . . . 315, 327 et 427

Électricité (Exposition de l'). Séances des 18 février, 1er avril. . . . 239 445

Électricité (Emploi de l') pour la traction des voitures, par M. Mékarski (séance du 3 juin). 645

Liste générale des membres de la Société. 5

Machines du système Fell appliquées aux *chemins de fer de la Nouvelle-Zélande*, par M. Desbrière (séance du 17 juin). 656

Machines à vapeur. *Relation entre le diagramme de la vapeur et la pesée d'eau d'alimentation*, par M. Quéruel (séance des 22 avril et 6 mai), pages. . . . . 447, 525 et 538

Médaille d'or *décernée à M. Clerc* (séance du 17 juin). 652

Membres honoraires (séance du 18 février). 239

Meunerie française et les procédés nouveaux *appliqués par la Meunerie étrangère*, par M. Kremer (séance du 17 juin). . . . . 592 et 652

Navires de la Compagnie générale transatlantique, par M. Gaudry (séance du 4 février). 228

Nombres harmoniques en mécanique, par M. Piarron de Mondésir (séance du 18 février). . . . . 241 et 276

Oxygène (Fabrication industrielle de l') par le procédé Brin frères, par M. Guitton (séance du 22 avril). 450

Ports d'Anvers et de Toulon, par M. Hersent (séances des 4 et 18 février). . . . . 235, 239 et 388

Ports de Marseille, par M. Douau (séances des 22 avril et 6 mai). 456 et 539

Port de Dublin (Améliorations du), par M. Cantagrel (séance du 20 mai). . . . . 500 et 559

Situation financière de la Société (séance du 17 juin). 650

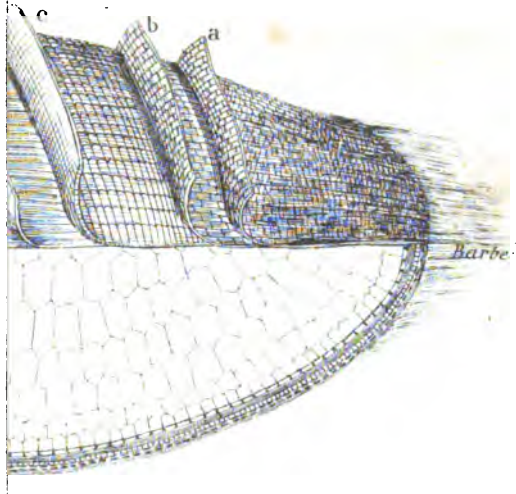
Société de secours des amis des sciences (séance du 20 mai). 555

Téléphones (*Installation et exploitation des lignes téléphoniques*), par M. Jules Armengaud (séance du 1er avril). 429

Tirage d'obligations (séance du 17 juin). 652

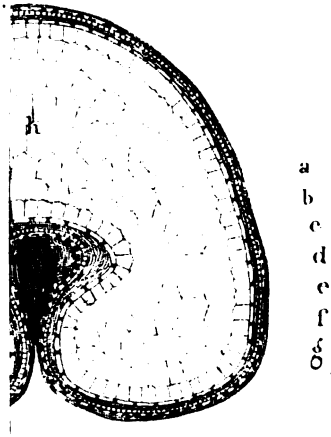
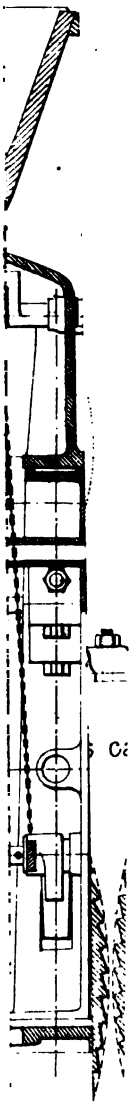
PARIS. — IMPRIMERIE E. CAPIOMONT ET V. RENAULT, RUE DES POITEVINS,
Imprimeurs de la Société des Ingénieurs civils.

on de l'enveloppe



orizontale

transversale



Coup